مبادىء الإشعاع والوقاية الإشعاعية



د. هشـــام إبـــراهيم الخطيب
إستشاري الأشعة التشخيصية




منتدى إقراء الثقافي

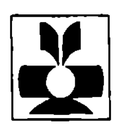
بسم الله الرحمن الرحيم

مبادئ الإشعاع والوقاية الإشعاعية

مبادئ الإشعاع والوقاية الإشعاعية

د. هشام إبراهيم الخطيب
إستشاري الأشعة التشخيصية

الطبعة العربية - ٢٠٠٥
رقم الإجازة المتسلسل لدى دائرة المطبوعات والنشر



اليازوري

دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع

عمان / الأردن - شارع الملك حسين - تلفاكس: ٤٦١٤١٨٥
ص.ب ٥٢٠٦٤٦ الرمز البريدي ١١١٥٢
www.yazori.com

مبادىء الإشعــاع والوقاية الإشعاعية

د.هشام إبراهيم الخطيب
إستشاري الأشعة التشخيصية



اليازوري

مقدمة

اصبح استعمال الاشعاع جزءاً لا يتجزأ من الحياة العصرية سواء كان من ناحية تشخيصية أو علاجية ، ذلك أن التطبيقات الطبية متوفرة في اغلب مستشفيات كل مجتمع تقريباً .

ان الاشعاع له منافع هائلة للمجتمع سواء كانت طبية ، صناعية . . . ونحن نعلم هذا تعييناً ، ولكن الاستخدام غير المضبوط والزائد يمكن ان يؤدي الى عواقب مدمرة لصحتنا وسلامتنا .

وحرصاً مني على نوعية المواطنين يسرني ان أضع بين يدء القارئ الكريم كتابي هذا «مبادئ الاشعاع والوقاية الاشعاعية» فهو يلقي الضوء على أنواع الاشعاع وطرق قياسه واستخداماته ومخاطره وكذلك الوقاية منه ، كما يساهم في تثقيف الجمهور ليتخذوا الاختيار الحكيم والعاقل ، وبهذا فأنني اشعر اني قد ساهمت في خدمة المجتمع ، والله بعون العبد - ما دام العبد في عون اخيه .

د . هشام ابراهيم الخطيب

الباب الاول

الأشعة الكهرومغناطيسية

الفصل الاول: الاشعة الكهرومغناطيسية

- الاشعة فوق البنفسجية
- الضوء المرئي
- الاشعة تحت الحمراء
- الميكروف
- اشعة الراديو
- الموجات الكهروبائية
- اشعة جاما
- اشعة اكس

الفصل الثاني: التلوث الكهرومغناطيسي

الفصل الاول

الأشعة الكهرومغناطيسية

Electro - magnetic Radiation

لفظ الكهرومغناطيسية ، لفظ مركب من كلمتي الكهربائية والمغناطيسية ، علماً بأن سرعة الاشعة الكهرومغناطيسية هي سرعة الضوء ٣٠٠٠٠٠ كم/ث او ١٨٦ الف ميل/ث في الفراغ وتتناقص هذه السرعة المارة فيه ، وان هذا النقص يمكن اهماله في الهواء ، وقد اطلق العلماء على الوحدة من هذه الموجات الفوتون ، وطاقة الفوتون ترتبط مع تردد هذه الموجات ، فكلما زاد التردد زادت الطاقة .

أنواع الاشعة الكهرومغناطيسية

تشمل الاشعة الكهرومغناطيسية :-

- **الاشعة فوق البنفسجية Ultraviolet rays**

هي موجات كهرومغناطيسية ، تنطلق من الذرات المثارة ، وكل فوتون يحمل طاقة اقل من طاقة اشعة اكس × rays واكبر من الضوء المرئي .

- **الضوء المرئي Visible Light**

هو موجات كهرومغناطيسية ، تنطلق من الذرات المثارة ، و تحمل الفوتونات طاقة اقل من طاقة الاشعة فوق البنفسجية ، إلا انها اكبر من طاقة الاشعة تحت الحمراء Infrared rays .

الضوء يتكون من سبعة الوان : و هي البنفسجي ، النيلي ، الازرق ، الاخضر ، الاصفر ، البرتقالي و الاحمر .

و من امثلة الضوء المستعملة في الطب و الصناعة هي اشعة الليزر ، و هي عبارة

عن ضوء مرئي احادي الطاقة ،ينتشر بكميات هائلة في مسار دقيق ، و بهذا تكون طاقته كبيرة ، وتستخدم في عمليات القطع واللحام .

- **الاشعة تحت الحمراء Infrared rays**

وهي موجات كهرومغناطيسية ، وتحمل فوتوناتها طاقة اقل من طاقة الضوء المرئي ، وتزيد عن طاقة فوتونات الميكروف .

- **الميكروف Microwaves**

وهو موجات كهرومغناطيسية ، وتحمل فوتوناتها طاقة اقل من طاقة الاشعة تحت الحمراء ، وتستخدم حاليا افران في الاعراض الطبية .

- **اشعة الراديو Radio - waves**

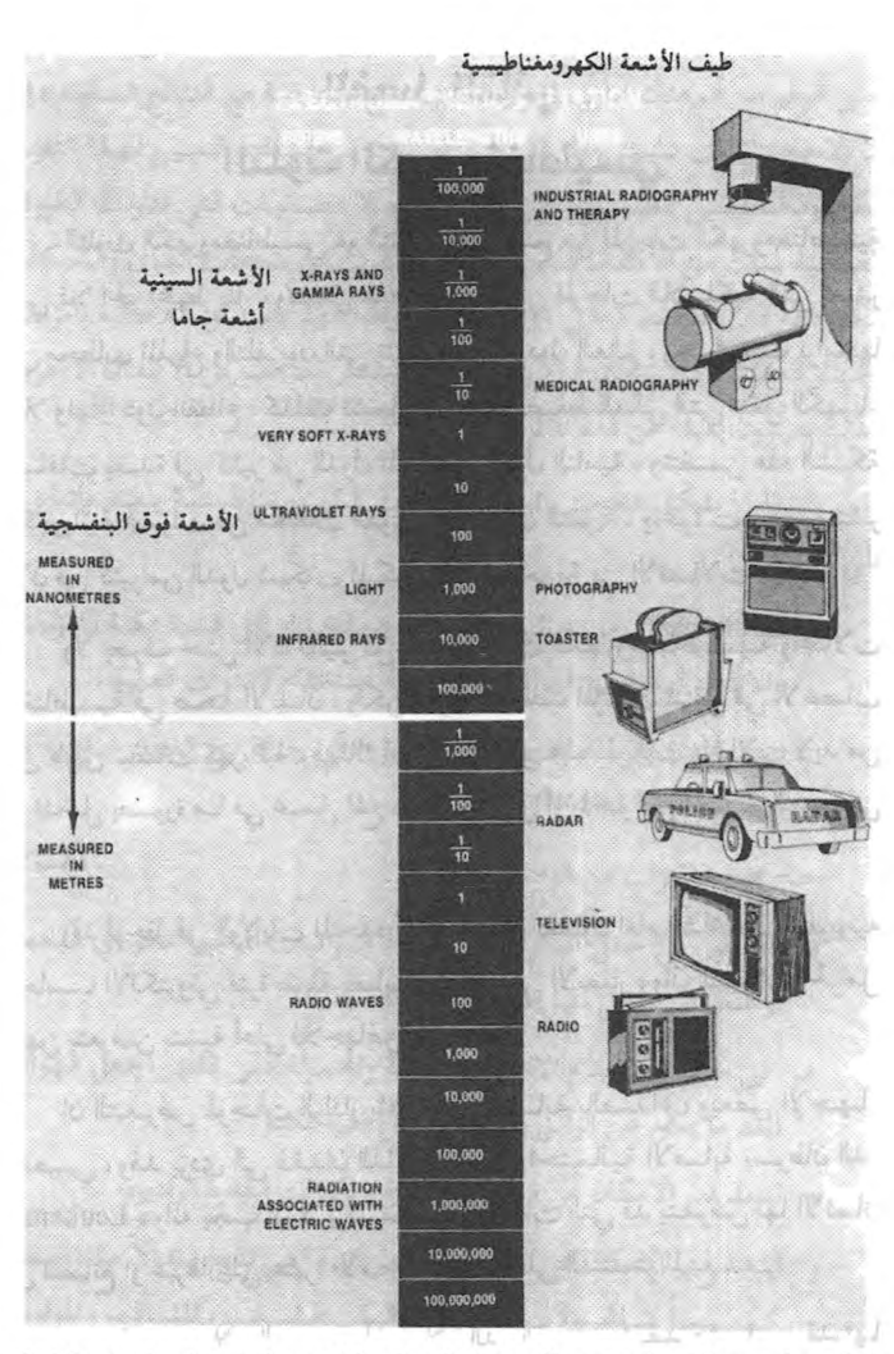
هي موجات كهرومغناطيسية تحمل فوتوناتها اقل من الميكروف .

- **الموجات الكهروبائية**

وهي موجات كرومغناطيسية وتحمل فوتوناتها طاقة اقل من طاقة الميكروف ، وتقسم هذه الموجات الى :

V.H.F, U.H.F ، موجات قصيرة ، موجات متوسطة ، موجات طويلة .

- **اشعة جاما وستبحث في موضوع الاشعة المؤينة .**
- **اشعة اكس وستبحث في موضوع الاشعة المؤينة .**



(شكل ١) يبين طيف الموجات الكهرومغناطيسية وطول موجاتها وبعض استخداماتها

الفصل الثاني
التلوث الكهرومغناطيسي

التلوث الكهرومغناطيسي هو التلوث الذي ينتج من الموجات الكهرومغناطيسية التي تملا الجو المحيط بنا ، وتشمل هذه الضوضاء من الموجات اللاسلكية التي تصدر من محطات المذياع والتلفزيون التي تنتشر في كل دول العالم ، وحيث تبث برامجها ليلا ونهارا دون انقطاع ، كذلك تشمل شبكات الضغط العالي التي تنقل الكهرباء مسافات بعيدة في كثير من الدول المتقدمة والدول النامية ، وتتضمن هذه الشبكة الكهربائية عشرات من محطات القوى ، ومحطات التقوية ، والمحولات ، كما تنتشر الان في كثير من الدول شبكات الميكروويف المستخدمة في الاتصالات الهاتفية .

ولا يعرف حتى الان تاثير كل هذه الموجات الكهرومغناطيسية والمجالات المغناطيسية في صحة الانسان ، ولكن نظرا لأن اغلب المؤثرات تنتقل في الاعصاب عن طريق نبضات كهربائية ، فهناك اعتقاد بان مثل هذه الموجات والمجالات لابد من ان تدخل بصورة ما في عمل المخ ، وتؤثر بشكل أو باخر في الجهاز العصبي للإنسان .

وقد لوحظ في الولايات المتحدة أن أغلب من يعملون امام الشاشات التلفزيونية للحاسب الالكتروني فترة طويلة يصابون بضعف في الابصار ، وان السيدات الحوامل منهن يتعرضن بنسبة أعلى للاجهاض .

ان التعرض لموجات الرادار يؤدي الى الاصابة بالصداع ، وبعض الإجهاد العصبي ، وقد يؤدي الى فقدان الذاكرة ، وهناك احتمالية الاصابة بسرطان الدم Leukemia ، وانه يجب ان لا يزيد مستوى الموجات التي قد يتعرض لها الانسان في المصانع او غيرها على عشرة الاف ميكروووات على السنتمتر المربع .

ولوحظ من خلال التجارب أن خلايا الدم البيضاء تفقد كثيرا من قدرتها ونشاطها عند تعرضها لموجات الميكروف ، او الموجات عالية التردد الخاصة بالتلفزيون

على الرغم من أن هناك تجارب اخرى تعطي نتائج متعارضة مع النتائج السابقة ، الا ان الاحصائيات تشير ، ولو الى حد بعيد ، الى التأثير السيئ لهذا التلوث الكهرومغناطيسي . فقد تبين من إحدى هذه الاحصائيات التي تناولت الظروف الصحية لمئات من الاطفال الذين يعيشون بالقرب من محطات القوى والشبكات الكهربائية ذات الضغط العالي ، وابراج الميكروويف انهم يتعرضون للاصابة بامراض الجهاز العصبي ، وبسرطان الدم بنسبة اعلى بمقدار الضعف من الاطفال الاخرين الذين يعيشون بعيدا عن هذه المؤثرات .

وللتقليل بشكل عام من تأثير الاشعاعات الكهرومغناطيسية ينصح باتباع ما يلي :

أ- عدم الاقتراب من هوائياً الارسال ، إستخدام اقل قدرة ممكنة للارسال والابتعاد نهائياً عن الهوائيات في حالة استخدام القدرات العالية .

ب- عدم تشغيل مكبرات القدرة الراديويه في حالة نزع الغطاء خاصة في مجالي (HF and VHF) .

حـ- عدم الاقتراب من الرادارات العاملة .

د- للعاملين في حقل الميكرويف لا تسلط الهوائيات الموجهة نحو اي شخص او النظر في داخل دليل الموجة .

هـ- في حالة استخدام الاجهزة اليدوية والمحمولة على الظهر اجعل الهوائي ابعد ما يمكن عن الرأس واستخدام اقل قدرة ممكنة .

و- ابتعد قدر الامكان عن مغذيات القدرة ومكبرات القدرة الراديوية .

ز- ابتعد قدر الامكان عن الاجهزة الكهربائية التي تنتج مجالاً مغناطيسياً كبيراً كالمحولات ، مجففات الشعر ، المثاقب ، المراوح ، الثلاجات . . . .الخ .

الباب الثاني
الأشعة المؤينه وخصائصها

الفصل الاول: أشعة جاما

الفصل الثاني: اشعة اكس

الفصل الثالث: دقائق الفا (جسيمات الفا)

الفصل الرابع: جسيمات بيتا.

الفصل الخامس: النيوترونات

الأشعة المؤينة

IONIZATION RADIATION

مقدمة

توجد عدة انواع من الاشعاع ، وكل اشعاع له طاقة ، وإن تأثير الاشعاع على المواد طبقا لطاقة الشعاع .

ويمكن تصنيف الاشعاع الى اشعاع مؤين ، واشعاع غير مؤين ، والاشعاع المؤين هو الذي يسبب تاين لذرات الوسط الذي يعبره . والاشعاع غير المؤين هو الذي لا يسبب تأين لذرات الوسط الذي يعبره ولكن يسبب إثارة ذراته .

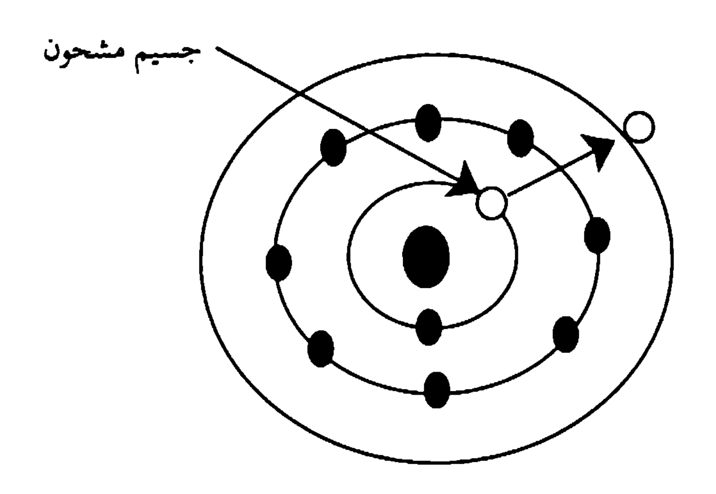
ويضم الاشعاع المؤين

- اشعة جاما ४ -rays
- اشعة اكس x- rays
- دقائق او اشعة الفا α - particles
- جسيمات بيتا B - particles
- النيوترونات Neutrones

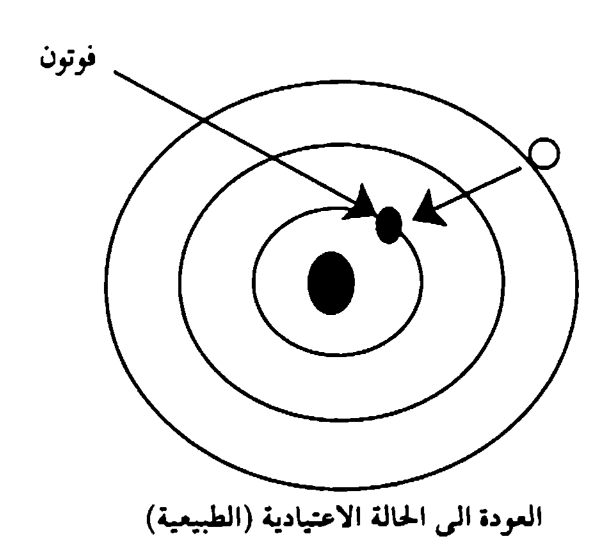
الإثارة EXCITATION

تكون الذرة مستقرة عندما تكون في اقل مستوى طاقة وتصبح الذرة غير مستقرة عندما تكتسب طاقة . أي تصبح الذرة مثارة وتكون في مستوى طاقة اعلى من مستوى الطاقة للذرة المستقرة .

وتحصل الذرة على الطاقة الزائدة نتيجة امتصاص فوتونات او جسيمات .



الاثارة



العودة الى الحالة الاعتيادية (الطبيعية)

شكل يبين حالة الاثارة والعودة الى الحالة الاعتيادية

ونتيجة لامتصاص الطاقة الزائدة تعيد الذرة تركيب الكتروناتها بالمدارات حول الذرة . وفي خلال فترة زمنية قصيرة جدا جدا (جزء من مليون من الثانية) ، تعود الالكترونات الى المدار الاصلي مع اطلاق موجات كهرومغناطيسة (فوتونات) .

التأين IONIZATION

تعرف عملية التأين بانها عملية تحويل الذرة المستقرة الى ايون موجب والكترون (الزوج الايوني) .

الذرة متعادلة من ناحية الشحنة لوجود الكترونات سالبة الشحنة والتي تسبح حول النواة ووجود البروتونات الموجبة داخل النواة (عدد البروتونات = عدد الالكترونات) .

وعند اكتساب الذرة طاقة من الفوتونات او الجسيمات تزيد من الطاقة اللازمة للاثارة وكافية لفك الارتباط بين الالكترون ونواة الذرة (قوة الربط) ، تترك هذه الالكترونات الذرة تماما ، وتصبح الذرة في هذه الحالة غير متعادلة من ناحية الشحنة الكهربائية ، وتتحول الى ايون موجب الشحنة .

وعلى سبيل المثال عند مرور الاشعة السينية في حيز من الهواء ، فان فوتونات الاشعة السينية التي تمتصها ذرات الاوكسجين والنيتروجين تتسبب في تأين هذه الذرات وتتحرر الالكترونات ، وتنطلق بطاقة حركية عالية كما تتكون ايونات موجبة ، وتتسبب الالكترونات الحرة في تأين ذرات اخرى للهواء .

الفصل الاول

اشعة جاما (Gamma rays) γ-rays

اشعة جاما هي اشعة كهرومغناطيسية وبذلك تشبه الموجات الضوئية ، ان طول موجتها اقل كثيرا من الطول الموجي للضوء .

تنبعث اشعة جاما من داخل النواة ، وهي فوتونات ذات طاقات محددة (طيف متقطع) ، وتنبع من نواة العناصر الثقيلة ومن التفاعلات النووية .

ومن اهم خصائص اشعة جاما ظاهرة النشاط الاشعاعي أي ان كمية الاشعاع المنطلق من نواة الذرة كمية غير ثابتة وتقل مع الزمن . الا ان معدل التقليل يعتمد على ثابت التحول الاشعاعي او نصف العمر .

ان اشعة جاما تبلغ عدة الاف من الالكترون فولت[1] الى بضعة ملايين ، لكنها مخالفة لجسيمات بيتا التي تبطئ عند فقدها والطاقة وينتهي الامر بارتباطها بالذرات بينما تسير اشعة جاما بكافة طاقاتها بسرعة الضوء ان اشعة جاما تفقد الطاقة خلال الالتقاء التصادمي الذي ينتج عنه قذف الالكترونات من النواة ، وهي قد تفقد جميع طاقاتها او جزءا منها خلال الالتقاء ، واذا ما تم فقد جزء من الطاقة فان الباقي يستمر خلال الفضاء بسرعة الضوء بصفة فوتونات ذات طاقة اقل ، وكلما زادت طاقة فوتونات جاما زادت طاقة الالكترونات المتحررة .

ولايصاحب انطلاق اشعة جاما انطلاقها تغير في العدد الكتلي او العدد الذري وبالتالي لا يتغير العنصر ولكنها تنتج من عدم ثبات نيوترنات والبروتونات داخل النواة حيث يعاد ترتيب النيكليونات داخل النواة دون تغيرها .

---

(١) الالكترون فولت : eV : تساوي كمية الطاقة التي يكسبها الالكترون عند مرو ره خلال فرق جهد كهربائي مقداره فولت واحد .

ومن مصادرها (اشعة جاما) الطبيعية : الشمس والمواد المشعة مثل الراديوم ، ومن مصادرها الصناعية : الكوبلت المشع 60 ، السيزيوم 137 ، واليود المشع 131 .

ومن صفاتها المهمة :-

- تبعث اشعة جاما على شكل فوتوناتها لها خواص موجبة .
- تختلف عن الاشعة السينية كونها تصدر عن النواة ، بينما تصدر الاشعة السينية من اعادة ترتيب الالكترونات خارج النواة .
- تبدأ طاقة الفوتون بعدة الاف الكترون فولت حتى تصل الى ملايين الكترون فولت .
- سرعة اشعة جاما هي سرعة الضوء ٣٠٠,٠٠٠كم/ث وليس لها شحنة كهربائية .
- قابليتها على اختراق الاجسام اكبر بكثير من اشعة الفا او بيتا ولكن قابليتها على احداث التأين اقل منها بكثير . ويمكن تقريب نسبة التأين لكل من اشعة الفا وبيتا وجاما بنسبة ١٠٠٠/١٠٠/١ .
- تنبعث اشعة جاما اثناء التفاعلات النووية وكذلك تنطلق طاقتها عند انتقال النويات من حالة مثارة الى الحالة الاساسية او المستقرة (حالة الركود او الى حالة اقل إثارة) .
- تستطيع ان تخترق جسم الانسان اذا كانت طاقتها عالية .
- تستخدم المواد ذات الكثافة العالية كالأسمنت ، الرصاص ، كدروع واقية من اشعة جاما .

الفصل الثاني

اشعة اكس *X-Rays*

اكتشاف الاشعة السينية

في الثامن من شهر تشرين الثاني (نوفمبر) ١٨٩٥ كان رونتغن (Röntgen) استاذ الفيزياء في جامعة فورزبرغ Würzburg يصل الى وشيعة التحريض بين قطبين معدنيين موجودين في زجاجة أُفرغ الهواء منها .

هذا ما كانت عليه حال العلم عندما قام رونتغن بتجربته التاريخية التي كان يسعى من ورائها الى دراسة هذه الاشعة المهبطية ومعرفة طبيعتها ، ولما كان مهتما بالفلورة التي تحدثها هذه الاشعة عند التقائها بالجدران الزجاجية للانبوبة فقد غطى الانبوبة بالورق الاسود .

وفي الغرفة التي اصبحت مظلمة استطاعت عينا رونتغن ، بشيئ من الدهشة ، رؤية لوحة معدنية معينة موجودة على مسافة غير بعيدة من انبوبة كروكس ، وقد اصبحت شديدة اللمعان ، وهذا ما حدا به للاستنتاج وعن حق ، بان الانبوبة تبعث اشعاعا غير مرئي ، اخترق الاوراق السوداء واحدث الفلورة في اللوحة المعدنية .

وبعد عدة اسابيع من الدراسة المعمقة ، اعلن الفيزيائي رونتغن ، خلال شهر كانون الاول من العام نفسه وفي الجمعية الفيزيائية والطبية في فورزبرغ Würzburg انه اكتشف شعاعا جديدا يمتاز بقدرته على اختراق الاجسام ، ويتيح الحصول على صور من خلالها ، وقد سماها بالاشعة السينية X- ray نظرا لان حرف X يعني عادة المجهول في المعادلات الجبرية ، والاشعة مجهولة الطبيعة ، ولذا سماها اشعة اكس .

ولكن اكتشاف رونتغن Rontgen لم يقابل دائما بالاقتناع التام بل تعرض

لكثير من الانتقادات والاحتجاجات النابعة في اكثر الاحيان عن حسد او غير ذلك من المواقف المعروفة بين العلماء .

ماهية الاشعة السينية

الاشعة السينية هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ، تختلف عن موجة الضوء المرئي بطول الموجة فقط ، إذ أن ذبذبة أي اشعة سينية أعلى من ذبذبة الضوء المرئي ، وبالتالي فان الطاقة التي تحملها أكبر من تلك التي يحملها أي ضوء مرئي ، وتجدر الملاحظة إلى أن كل ما قيل حول ازدواجية طبيعة الضوء (موجية وجسيمية) يبقى صحيحا في ميدان الاشعة السينية .

ان كل قوانين البصريات الهندسية والبصريات الفيزيائية تسري على الاشعة السينية مع بعض المميزات الخاصة ، والمتعلقة بتعامل الاشعة السينية مع المادة ، نظرا لقصر طول الموجة وفخامة كمية الطاقة اتي يحملها الفوتون السيني نسبيا : فطول الموجة السينية يوازي تقريبا قطر الذرة من ناحية ، والمسافة بين الذرات المتواجدة في المادة الصلبة من ناحية اخرى ، والطاقة التي تحملها اشعة اكس موازية للطاقة اللازمة لاستخراج الكترون من الطبقات الداخلية في الذرة ، بينما الطاقة التي يحملها الضوء العادي (الفوتون) ، توازي الطاقة اللازمة لفصل الكترون من الطبقات الخارجية .

وتجدر الملاحظة إلى أن مسار الاشعة السينية لا ينكسر عمليا عند مروره من مادة الى مادة اخرى ، كما هو الحال بالنسبة للضوء المرئي .

ان طول موجة الاشعة السينية أقصر بكثير من طول موجة أي اشعة مرئية .

ان التشابه من حيث الطبيعة ، بين الضوء وبين الاشعة السينية ، والفارق بينهما من حيث طول الموجة ، وامكانية استعمال هذه الاشعة الجديدة لفحص ودراسة الاجسام الصغيرة .

تنتج الاشعة السينية من انتقال الكترون مداري ذي طاقة عالية الى مدار ذي طاقة اقل (واطئة) ، وبذلك تختلف عن اشعة جاما حيث تنتج من التفاعلات النووية في النواه .

ويمكن الحصول على الاشعة السينية بواسطة استعمال انبوب توليد الاشعة السينية ، المعجلات الخطية Linear accelerators ، المجلات الدائرية (ان استعمال المعجلات تمكننا من الحصول على الأشعة السينية بطاقات عالية جدا .

ويزداد امتصاص الاشعة السينية كاشعة جاما عند مرورها بالمواد الثقيلة مثل الرصاص .

خصائص الاشعة السينية

ونستطيع ان نلخص خصائص الاشعة السينية بما يلي :

- الاشعة السينية تنساب أو تسير بخط مستقيم وبسرعة مساوية لسرعة الضوء .
- لا تتاثر الاشعة السينية بوجود حقل مغناطيسي او حقل كهربائي ، وهذا ما يدل على انها لا تحمل أي شحنة كهربائية .
- تؤثر على افلام التصوير ، وتتسبب في اسوداد مستحلبات التصوير الضوئى .
- تسبب فلورة او فسفرة بعض الاجسام ، ويعتمد على هذه الظاهرة في شاشات التنظير الشعاعي والشاشات الداعمة التي تكون على تماس مع أفلام التصوير الشعاعي .
- لها تاثير ضوئي كيماوي .
- تحدث تغيرات بيولوجية في جسم الانسان .
- تتشابه اشعة جاما والاشعة السينية تماماً فيما عدا مصدر الانطلاق ، فاذا

كان المصدر نوى الذرات سميت الاشعة باشعة جاما ، اما اذا كان مصدرها خارج نواة الذرات سميّت بالاشعة السينية .

- تتخامد طرق الأشعة السينية ذاتياً ، طردياً مع مربع بعدها عن المنبع ، ويطبق هذا القانون على الأشعة الأولية ، كما على الأشعة الثانوية التي تصدر عن المريض بشكل رئيسي .
- عندما تخترق طرق الأشعة السينية ثخانة من النسيج الرخوة كالجسم البشري مثلاً ، يتولد اشعاع منتشر يصدر في اتجاهات الفراغ كافة ، خلافاً للإشعاع الرئيس الذي ينشأ حصراً عن الصمام . إن الأشعاع المنتشر الذي يبلغ الفلم يزيد من تشويش الخلفية مما يضعف من تباين الصورة الشعاعية وكمية المعلومات التي تحويها .
- تنقسم الاشعة السينية الى نوعين هما الاشعة السينية المميزة والاشعة السينية المستمرة .
- تتمتع كالضوء بازدواجية الطبيعة بحيث تبدو احيانا كالموجة وفي بعضها الاخر كجسيمات طاقة قادرة على تحرير الكترون او اكثر في بعض الاجسام الصلبة محدثة تيارا كهربائيا .
- لها القدرة على التأين وتؤدي إلى تأين الغازات التي تعبرها ، ويستفاد من هذه الخاصية في قياس كمية الإشعاع السيني باستخدام حجرات التأين .
- الاشعة السينية لها قابلية على النفاذ خلال الاجسام بكميات تتناسب وسمك الاجسام وعددها الذري ، كما وتتناسب مع طاقة هذه الاشعة .
- يتغير طول موجة الاشعة السينية بحسب طبيعة معدن المهبط ، بين جزء من الاف من الانجستروم وبين الف انجستروم .

انبوب الاشعة السينية

يتكون أنبوب الأشعة السينية من :

أ) المهبط : Cathode

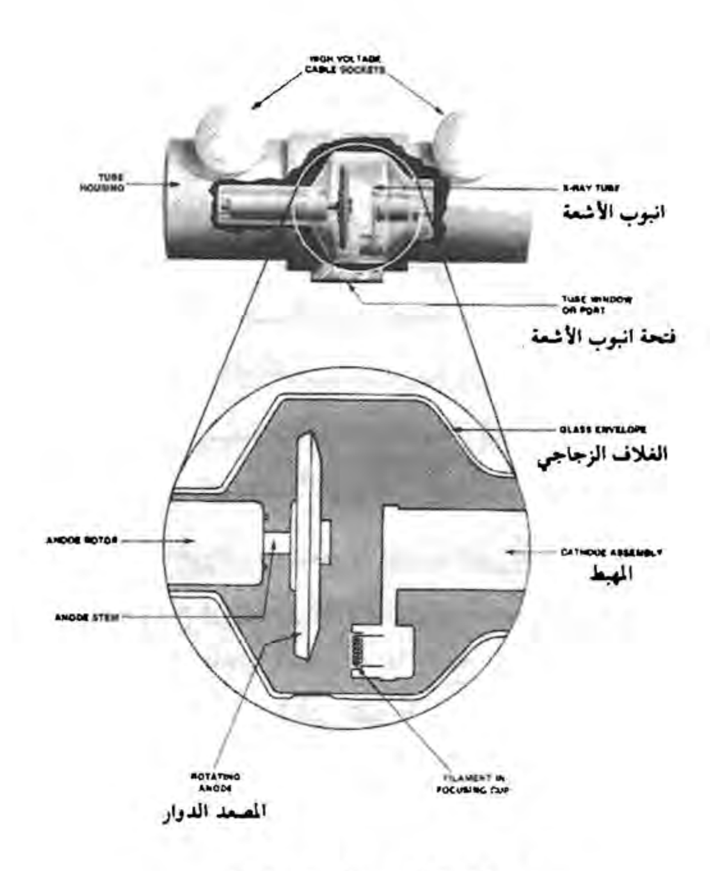
وهو سلك من التنجستن يؤدي إلى تسخينه إلى نوع ٢٥٠٠ درجة مئوية ، بتيار كهربائي شدته بضعة أمبيرات وتوتره عشرة فولتات إلى توليد غمامة الكترونية ، يمكن التحكم بعدد الألكترونات الصادرة ، أن الأنابيب ذات البؤرتين تزود عادة بسلكين متجاورين من التنجستن .

ب) المصعد : Anode

وهو الدرئية التي تكبح حزمة الألكترونات وتولد الأشعة السينية بمردود ضئيل جداً ، حيث يفقد نحو ٩٩٪ من الطاقة على شكل حراري بينما يسهم ١٪ فقط في انتاج الأشعة السينية ، علماً بأن الأشعة المفيدة التي تعبر نافذة الأنبوب لاتزيد على ١٠٪ من هذه الأخيرة ، ولهذا يجب أن يزود المصعد بوسيلة تبريد من شأنها تبديد الحرارة الناتجة أو استخدام المصعد الدوار .

- المصعد الدوار : وهو يسمح بزيادة البؤرة الفعلي إلى حد كبير ، ودورانه يجعل سطح الدرئية الذي تصدمه الألكترونات دائرياً .
- المصعد الثنائي المخروط : ويسمح بالحصول على أنبوب ببؤرتين : أن البؤرة الصغيرة التي تقع في مركز المصعد والتي تتميز بضعف ميلها ، يكون محيطها أقصر واستطاعتها أضعف ، مما يسمح بالحصول على صور شعاعية أكثر دقة ، أما البؤرة الكبيرة التي تقع على محيط المصعد ويسمح له ازدياد ميله بتغطية سطح أكبر .
- عند اصطدام الالكترونات بالمصعد ، فإن هذا الأخير يصدر الفوتونات السينية في سائر الاتجاهات ، الأمر الذي يبرر ترصيص الأنبوب وعبور الأشعة السينية فقط من نافذة فيه .

● إن حزمة الأشعة السينية الصادرة غير متجانسة تماماً ، تختلف في أطوالها الموجية فالفوتونات السينية التي تتصف بضعف قدرتها على الأختراق لا تسهم في الصورة الشعاعية لأنها تتوقف في الجلد وفي السنتميرات الأولى من الجسم ، ولهذا يوضع مرشح من الألمنيوم ثابت وسمكه ما بين ٢-٢,٥ ملم عند نافذة الأنبوب ليمتص تلك الفوتونات من دون أن يؤثر في الاشعاع المفيد في تشكيل الصورة الشعاعية .



صورة تبين انبوب اشعة حديث

أنواع الاشعة السينية :

هناك نوعان من الاشعة السينية يمكن الحصول عليها الان ، والتفريق بين هذين النوعين يعود بشكل اساسي الى طريقة الحصول على كل منها :

١ . الاشعة السينية البيضاء White Radiation

او الطيف غير المتقطع ، وكلمة بيضاء لا تعني اللون الابيض وانما تعني احتواء هذا الطيف على اشعة سينية مختلفة الذبذبة وطول الموجة .

و يمكن الحصول على الاشعة السينية البيضاء باخضاع انبوبة الاشعة لتوتر منخفض نسبيا .

٢ . الاشعة السينية الخاصة بكل معدن والمكونة من عدة اضواء ، كل منها احادي طول الموجة ، تجتمع في عدة مجموعات ، وطول موجة كل ضوء منها يتعلق بالعدد الذري للعنصر الذي ولده .

الفصل الثالث

دقائق الفا (اشعة الفا) جسيمات الفا (Alpha particles) α

- اشعة الفا هي :

- جسيمات موجبة الشحنة (تحمل وحدتين من الشحنات الموجبة) .
- عبارة عن نواة ذرة الهيليوم (عددها الذري ٢) .
- تحتوي على بروتونين ونيوترونين وبهذا فان عددها الكتلي يبلغ ٤ .

- اشعة الفا الموجبة الشحنة تجذب الكترونات ذرات الوسط المتعادلة الشحنة نتيجة قوة التجاذب بين الشحنة الموجبة والشحنة السالبة كهربائيا ، وعليه فان بعض ذرات الوسط تفقد الكترونات وتتكون ايونات موجبة .

- في العادة لا تفقد اشعة الفا خلال تصادم واحد ، ولكن تفقد جزءاً صغيراً من الطاقة ، وهذا الجزء الصغير من الطاقة يكتسبه الالكترون المحرر (وعليه تقوم اشعة الفا بعمل تصادمات اخرى مع ذرات الوسط ، وتؤدي بدورها الى تحرير الالكترونات ، وتكوين ايونات موجبة .

- ونظرا لكتلة جسيم الفا الكبيرة ٦٤٠٠-٧٣٠٠ كتلة الالكترون ، فان نفاذيتها في المواد صغيرة .

- يتم اطلاق جسيمات الفا نتيجة الانحلال الاشعاعي للنويدات المشعة التي تكون قيمة عددها الكتلي اكثر من ٢٠٨ ، أي اثقل النويدات التي في الجدول الدوري ، ومن امثلة مُطْلقات جسيمات الفا الموجودة بصورة طبيعية اليورانيوم ،الثوريوم الراديوم ، البولونيوم .

هناك بعض النويدات المشعة الاصطناعية الي تطلق جسيمات الفا مثل البلوتونيوم والامريسيوم .

ومن خصائص دقائق الفا المهمة :

- كونها مشحونة وثقيلة لا يمكنها اختراق المادة لمدى بعيد ، ويكفي لصدها ورقة رقيقة .
- تنحرف قليلا عند مرورها في مجال مغناطيسي .
- تسبب تأينا عاليا لذرات الوسط الذي تمر فيه ، بسبب كتلتها العالية ، مما يسبب فقدان طاقتها بسرعة ، وبالتالي قلة قابليتها على الاختراق .
- تُطلق دقائق الفا اعتياديا بسرعة عالية ، بحدود عشر سرعة الضوء من نوى الذرات المشعة .
- تسبب التألق عند مرورها في المواد .
- تتفاعل مع اللوحات الفوتوغرافية مسببة اسودادها .
- خطورتها على الانسان بالنسبة للتعرض الخارجي قليلة جدا ، بسبب قلة اختراقها ولكنها على غاية الخطورة عند دخولها الجسم اذا تسبب تأنيا لجزيئات الخلايا الحية المحيطة بها .
- لدقائق الفا المنطلقة من النوى الباعثة لها طيف طاقة منفصل مما يدل على وجود مستويات طاقة منفصلة لهذه الجسيمات وتختلف طاقتها من نواة الى اخرى .
- تساوي طاقة جسيم الفا الفرق بين مستوى طاقة النواة الام والنواة الوليدة وتكون هذه الطاقة اكبر كلما كانت النواة اقل اثارة .

الفصل الرابع

جسيمات بيتا او دقائق بيتا Beta(B) particles

- هي جسيمات مشحونة ، وهي عبارة عن الكترونات (موجبة او سالبة) .

- دقائق او جسيمات بيتا السالبة : وهي عبارة عن الكترونات سالبة الشحنة تنطلق نتيجة تحول النيوترون داخل النواه الى بروتون والكترون وضديد النيوترنيو .

- دقائق او جسيمات بيتا الموجبة : وهي عبارة عن الكترونات موجبة بوزترونات فتحرر عندما يتحول البروتون داخل النواه الى نيترون وبوزترون ونيوترنيون :

- يبلغ سرعة جسيمات بيتا يبلغ ١٦٠ الف ميل/ث أي نحو ٨ مرات اسرع من جسيمات الفا اذا اعتبرنا ان الفا وبيتا لهما نفس الطاقة .

- بسبب جسيمات بيتا الكترونات لها كتلة صغيرة جدا فهي تستطيع قطع مسافات اعظم من المسافات المقطوعة من قبل جسيمات الفا قبل ان يتم امتصاص طاقتها ولكنــها تتشتت بصورة واسعة بمسار متعرج(Erratic path) خلال وسط الامتصاص .

- ان الشحنة الموجبة أو السالبة تنتج تأينا خاصا Specific ionization حيث ينخفض بصورة أسية مع المسافة .

- ان مدى جسيمات بيتا يعتمد على الطاقة الابتدائية وعلى كثافة الالكترونات في المادة الممتصة .

- ان جسيمات بيتا يتم اطلاقها من نوى الذرات نتيجة الطاقة المتحررة من فعاليات الانحلال الاشعاعي المشتملة عند تحول النيترون الى بروتون والكترون .

ومن خصائص جسيمات بيتا المهمة :

- تنحرف اشعة بيتا في المجال المغناطيسي أكثر من اشعة الفا .
- بسبب الشحنة التي تحملها هذه الدقائق تكون سريعة التفاعل مع الوسط الذي تمر خلاله ولا تخترق الاوساط المادية لمسافات بعيدة .
- كتل دقائق بيتا صغيرة ولذا تقارب سرعتها عند الانطلاق سرعة الضوء .
- لدقائق بيتا طيف من الطاقة مستمر وليس منفصلاً كما هو في حالة دقائق الفا .
- تحدث تأينا لذرات الهواء او الوسط الذي تمر فيه الا ان قابليتها على احداث التأين اقل من اشعة الفا وهي بحدود ١٠٠ ايون للسنتمتر الواحد من المسار ، ويسمى هذا التأين بالتأين الاولي ، وهو يمثل ٢٠-٣٠٪ من عملية التأين الكلية . اما باقي الأيونات فتتكون من التأين الثانوي الناتج عن تصادم الأيونات مع الذرات الاخرى ، وبسبب التأين الثانوي الذي تحدث داخل الخلايا الحية فهي تشكل مصدرا خطرا للاشعاع داخل الجسم .
- يصل مدى دقائق بيتا في الهواء تحت ظروف قياسية (درجة حرارة ١٥م وضغط جوي واحد) حوالي ١٠ امتار .
- يعتمد مسارها في المواد المختلفة على عدد الكترونات في ذرات الوسط الذي تمر فيه حيث ان هذه الدقائق تتصادم مع الالكترونات الخارجية لذرات الوسط .
- مصادرها الطبيعية قليلة مثل الشمس والمواد المشعة الطبيعية مثل الراديوم .
- معظم مصادرها هي اصطناعية مثل السترونتيوم ٩٠ والفسفور المشع ٣٢ .
- تحدث تأينا في الغازات وقد تسبب تأينا للمواد وتأثيرا على الالواح الفوتوغرافية .
- ان قابلية اشعة بيتا على الاختراق في المواد اكبر من اشعة الفا بمائة مرة .
- تتراوح طاقة جسيمات بيتا اجزاء المليون الكترون فولت MeV وعدة ملايين .

الفصل الخامس

النيوترونات *Neutrons*

- تعتبر النيترونات من مكونات النواة الاساسية ، وتكاد تكون مشابهة للبروتونات بكتلتها وحجمها .
- النيوترونات دقائق اولية ثقيلة نسبيا ، ومتعادلة الشحنة .
- تسير النيترونات لمسافات اطول من اشعة الفا وبيتا وتخترق الاجسام لمسفات كبيرة .
- تنطلق من انشطار ذرة اليورانيوم ٢٣٩ ، ٢٣٥ .
- يمكن الكشف عن النيوترونات بشكل غير مباشر عند تحريرها لجسيمات مشحونة نتيجة لتفاعلها مع بعض العناصر .

ومن خصائص النيوترونات المهمة مايلي :

- تصدر عن نوى الذرات خلال عملية الانشطار .
- تكون عديمة الشحنة وتخترق المواد بسهولة وخاصة المواد التي تستخدم للوقاية من انواع اخرى من الاشعاع كالرصاص مثلا .
- النيوترون الحر جسيم غير مستمر اذ يتحول النيوترون الى بروتون والكترون ومضاد النيوترنيو .
- عمر النصف لنيوترون طليق هو ٧ر١١+٣٠ر٠ دقيقة وكتلته ٧٦ر١×$١٠^{-٢٧}$ كغم .
- تشكل النيترونات الجزء الرئيس من الاشعاع الاول الصادر عن التفجيرات النووية وينطلق الجزء الاعظم ٩٠٪ من النيوترونات وتسمى بالنيوترونات

الفورية خلال ١٠ $^{-١٤}$ثانية ، وباقي النيوترونات (المتأخرة) تصدر بعد ذلك خلال تحلل اجزاء الانشطار .

● ان الحد الاعلى المسموح به للتعرض للنيوترونات هو تعرض :-

أ . تعرض ينتج امتصاص قدرها(٣ر ملي جراي / اسبوع) ، (٣٠ ملي راد/ اسبوع في عمق ٢سم تحت سطح الانسجة) .

ب . تعرض دوري لا يزيد عن٤٠ ساعة /في الاسبوع .

● ان الضرر الذي تحدثه النيوترونات تقدر بحوالي اربع الى عشرة مرات اكثر من الضرر الذي تحدثه كميات مماثلة من اشعة جاما او الاشعة السينية ، وذلك لكونها لا تحدث تأينا وتلفا للخلايا عند مرورها فحسب وانما تسبب تحول جزء من الكائن الحي الى مصدر مشع (ظاهرة التنشيط النيوتروني) .

الباب الثالث

الأشعة غير المؤينه

الفصل الاول: أشعة الليزر

الفصل الثاني: الموجات فوق الصوتية

الفصل الثالث: الرنين المغناطيسي

الفصل الاول

اشعة الليزر

كلمة ليزر Laser ، لفظة مكونة من الحروف الاولى للاسم الام لهذه الاشعة باللغة الانجليزية .

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

ويعني باللغة العربية : تكثيف الضوء بحثٌ انبعاث الاشعاع .

اشعة ليزر هي ضوء مكثف ، له طول موجة واحدة ، ينتشر في اتجاه واحد فقط ، ولهذه الاسباب يجعل اشعة ليزر متجانسة لان طول موجتها واحدة ، ويكون مركزها قويا لانها تنتشر في اتجاه واحد ، وايضا يمكن التحكم في انتشار اشعة ليزر .

وفي عام ١٩٦٠ اكتشف الفيزيائي الامريكي ، ثيودور ميمان Theodore Miman ، اكتشف طريقة لتوليد اشعة ليزر من اسطوانة من الياقوت .

يمكن استخدام المادة في أي حالة (حالة الصلابة ، السيولة ، الغازية) لتوليد اشعة ليزر ، وطول الشعاع المنبعث ولونه وقوته يختلف باختلاف المادة التي تستخدم في توليده . ان اختلاف لون وقوة وطول موجة شعاع ليزر باختلاف المادة المستخدمة لا تفقد الاشعة خصائصها المذكورة (تساوي طول الموجة ، الانتشار في اتجاه واحد) وامكانية توجيه الاشعة ، فضلا عن ذلك يكون لون واحد من الوان الطيف المعروفة مما يعين على رؤية الشعاع اثناء العمل من ناحية ، ويسهل التعرف الى المادة المستخدمة في توليد الاشعة من ناحية ثانية أخرى . عدا ذلك فان اشعة ليزر مثلها مثل اشعة الضوء ، يمكن ان تنعكس من على سطوح الاجسام والمرايا ، وان تنكسر (أي يتغير مسارها) ، كما يمكن وصلها الى اشعة منفردة باستخدام مرشحات خاصة ، وكذلك تفريقها او تجميعها .

في بعض الاحوال ، تصل قوة شعاع ليزر الى مليون ضعف قوة شعاع الشمس (هذا النوع يمكن توليده من الياقوت ، ويستخدم في قطع الماس والمعادن) .

تطبيقات واستخدام اشعة ليزر :

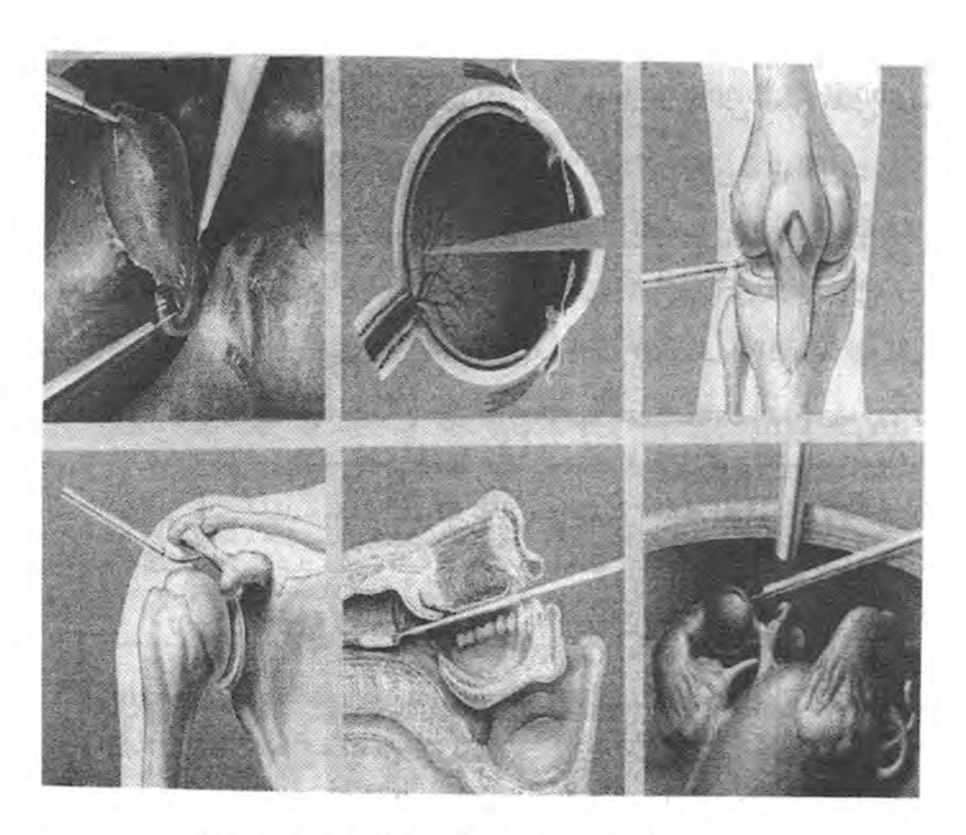
* المجال الطبي

يستخدم شعاع الليزر في :

- جراحة العين ، وفي تقويم واصلاح الاجزاء المتضررة من العين والتي ينتج عنها ضعف البصر او العمى الجزئي احيانا .
- اعادة لحم او تثبيت الشبكية التي يمكن ان تنفصل عن الانسجة التي تتثبت عليها نتيجة لصدمة عنيفة او لبعض الامراض التي تصيب العين .
- استخدام الليزر كمشرط حراري بدلا من استخدام المشرط المعدني التقليدي ، وذلك نظرا لقابلية امتصاص الليزر من قبل الماء الذي تشكل ٧٥-٩٠٪ من الانسجة الخلوية في الجسم ، مما يؤدي الى التبخر ويساعد على شق الجلد ، وهذه الطريقة تقلل من كمية الدماء المفقودة ، لان الحرارة العالية تساعد على وقف النزيف وخاصة في الاماكن التي تغزر فيها الاوعية الدموية . واثبت الليزر فاعلية اكبر من الجراحة التقليدية بالنسبة لاستئصال الاورام السرطانية .
- يستخدم الليزر في امراض المفاصل ، الانف والاذن والحنجرة ، وغيرها .
- معالجة البقع السرطانيةمثل سرطان عنق الرحم وازالة التجاعيد ، والندبات ، وحب الشباب ، واثار الجروح .
- يدخل الان الليزر انواع عديدة من الجراحات مثل جراحة الدماغ ، الاذن ، الجهاز الهضمي ، الجهاز التنفسي ، اقنية فالوب ، الجلد ، التجميل ، عنق الرحم .

• تفتت الحصيات .

• يستخدم الليزر في ميدان الأمراض النسائية والتوليد ، وفي معالجة كثير من الامراض مثل ازالة الالياف في الرحم ، وازالة الالتصقات الرحمية ، وفي معالجة الاورام السرطانية .



صورة تبين بعض استخدامات الليزر الطبية الجراحية المختلفة

* المجال الصناعي

يستخدم اشعاع لليزر في :

- قص وحفر المواد السيراميكية في مجال الصناعات الالكترونية ، وفي حفر الياقوت في صناعة الساعات .
- لحم الانابيب ولحم قطع السيارات .
- فتح الثقوب بالليزر في مختلف انواع المعادن .
- المعالجة الحرارية لجدران السليندرات في محركات الديزل الضخمة ، إذ أن من شأن تلك المعالجة ان تضفي القساوة على السطح المعالج وتزيد من صلابة السطح على مقاومة عوامل التلف .
- كسر المواد الصخرية ، والرخام ويستخدم في عملية تشذيب المقاومات للوصول الى حد من الدقة ١ر٪ .
- التصوير المجسم Holograpghy (عملية تصوير مجسم ثلاثي الابعاد للاجسام) وهي من اهم التطبيقات لتكنولوجيا الليزر ، وتستخدم هذه الطريقة في مجال المجاهر الالكترونية ، وفي مجال علوم الحاسب الالكتروني لتعزيز كميات كبيرة من البيانات في عجلات الطائرات واكتشاف أي عيب فني في الاطار .

* تقنية الاستشعار عن بعد الليزر في الاطار :-

من جملة الالات والاجهزة الليزرية المستخدمة في تقنية الاستشعار عن بعد جهاز الفلورية المستحثة بالليزر Laser-Induced Fluorescence ، ويستخدم هذا الجهاز في مراقبة البقع النفطية ، الكشف عن اليورانيوم ، الحصول على معلومات طيفية دقيقة (يمكن بواسطتها قياس درجة الحرارة ، او الضغط ، او الكشف عن وجود مجالات كهربائية او مغناطيسية مؤثرة حولها) .

* المجالات الاستراتيجية :-

يستخدم أشعة الليزر في :

- استخدام الليزر الحارق على افراد جند العدو على بعد يزيد عن ٢ كيلو متر مؤديا الى الموت المحقق .
- الكشف عن اماكن وجود العتاد العسكري ، ومواقع الدبابات والمدفعية ، والقيام بتفجيرها من على مسافات بعيدة .
- تحديد اهداف الرمي الارضي والجوي ، وكذلك في توجيه القذائف الى الاهداف المرسومة بدقة فائقة ، سواء كانت هذه الاهداف متحركة او ثابتة . وهذه لا تحقق اصابات غاية في الدقة فحسب ، بل ويساعد الطيار على تجنب مغبة الاقتراب من هدفه وتعريض نفسه لنيران العدو .
- تدمير الاقمار والصواريخ النووية بواسطة مدافع الليزر .

* تطبيقات اخرى متفرقة :-

- استخدام الليزر بنجاح في تدوين البيانات على اشرطة واقراص التخزين البصرية optical discs storage ، ويرجع ما يتمتع به الليزر من شدة وترابط وثبات في الطول الموجي .
- استخدام الليزر في اجهزة الاتصال الالكترونية والكهربائية .
- استخدام الليزر في عملية مد انابيب مياه الصرف والامطار .
- استخدام الليزر في الزراعة ، أدى الى ادخال العديد من التحسينات وأدى الى زيادة الكفاءة والانتاج مثل استخدام الليزر في تسوية الاراضي ، تصريف المياه ، معالجة البذور النباتية بالليزر .
- تنظيم حركة السير والمرور وتفصيل الملابس .

- استخدام الليزر في المباحث الجنائية ، حيث تلعب دورا في اضاءة البصمات الخفية التي يتعذر كشفها بالطرق التقليدية .
- كشف الحفر والبراكين بواسطة الليزر .

وهناك تطبيقات اخرى لا مجال لذكرها .

انواع المعالجات الليزرية المستخدمة في الطب :

١- الليز الغازي : يصدر ضوءاً بطول موجة تقع بعيداً بعداً كافياً في ما تحت الاحمر ١٠,٦ ميكرومتر ، وهو من الليزرات الاشد فعالية في الجراحة لأن الانسجة تمتصه بسهولة ، ويستخدم للتخلص من بعض الزوائد من الانف ومن الحنجرة والكبد أو المناطق الخاصة بامراض النساء ، ويتم ذلك بفقدان دم أقل كثيراً مما يسببه تداخل جراحي تقليدي بفضل قدرة الدم على التخثر ، فضلا عن ذلك تكون منطقة التخثر رقيقة لأن الحزمة الليزرية لا تخترق النسيج المُشعّع الا اختراقا سطحياً .

٢- الليزر YAG : يصدر ضوءاً بطول موجه اقصر بكثير (نحو ١,٠٦ ميكرومتراً) ولكنه يتغلل كثيراً في الجسم نحو بضعة مليمترات ، وهو أداة مختارة لايقاف الجريان الدموي في الاوعية الدموية ، ويعمل مثل مبضع يقوم مبدئياً بايقاف النزيف ويستخدم في ايقاف النزف في حالات القرحات المعدية ، ويستخدم ايضا لانتزاع الاورام من المثانة ومن انبوب التنفس القصبي ، وقد استخدم كذلك في فتح ممر في الاوعية الدموية المسدودة لصفائح التصلب العصيدي Atherosclerosis .

٣- ليزرات الضوء المرئي مثل ليزرات الارغون (ازرق - اخضر) ، والكربتون (احمر) ، فالازرق يمتص كثيراً بوجه خاص من الهيموجلوبين مما يعطي ليزر الارغون خواص تخثير هامة جداً ، فهو يستخدم في طب العيون لايقاف نمو

الاوردة في قعر العين عند مرضى السكري ، ولايقاف انفصال الشبكية ، ويفضل استخدام نوع آخر من الليزرات هو الليزر ذو الالوان لمعالجة اورام وعائية Angioma ، فهذا الليزر يمكن تنظيمه حسب المراد في مجال واسع من الأطوال الموجبة يتيح تشعيع المناطق المصابة حتى 580nm ، وهو طول الموجة الذي يوافق آخر قيمة عظمى لامتصاص الهيموجلوبين ، ولكن من ميزته أنه لا يؤثر في المناطق المجاورة بخلاف الضوء الازرق .

الليزر وآثاره:

تتميز أشعة الليزر بخصائص فريدة : فهو ضوء أُحادي اللون ، ذو انعراج ضعيف وترابط مكاني وزماني ، وطاقة عالية ، يزود على شكل اشاعات مستمرة او نبضات فائقة القصر ذات طول موجه قابلة للتعديل . ولكن تُشكل هذه الخصائص مخاطر خاصة على الجلد والعينين المعرضة له . وهذا ما فرض تحديد قيم لعتبات التعرض ، ولتحديدها يتوجب اكتساب معرفة جيدة بمعايير الاصدار الفيزيائية لهذه الاشعة وآثارها الحيوية . وتسمح لنا الأمثلة التي تعرضها الهندسة البيولوجية الطبية بفهم أفضل للاثار الحرارية ، والكيميائية الضوئية والضوئية المبضّعة والمهدمه في النُسج الحية .

١) الأثر الحراري : ينتج هذا الأثر عن امتصاص النسيج للطاقة المحمولة بحزم الليزر وتفككها الموضعي على شكل حرارة ، وتتغير قيمة هذا الاثر بفعل عدة عوامل منها :-

- طاقة الحزمة الضوئية .
- مقدار امتصاص النسيج لها .
- مدة التشعيع .

وتتنوع الآثار من الترفع الحروري الى التخثر او حتى تبخر النسيج المشعع ، وتراعى هذه النواحي حين استخدام الليزر في المعالجات ، وخاصة الجراحية

منها ، ففي جراحة العيون يستخدم اثر التخثر الضوئي في تدبير انفصال الشبكية ، حيث تحقق عدة نقاط التحام بفضل الحروق الموضعية التي تجري على محيط قعر العين بين طبقة المشيمية الحساسة وطبقة المشيمية .

٢) الاثر الكيميائي الضوئي : وهنا تمتص طاقة التهيج الليزرية من قبل خلال نسيج ما بصورة اصطفائية ، مما يحرض حدوث تفاعلات كيميائية تنتج عنها معقدات سامة وأحيانا مميتة ،كما يمكن ان تتثبط آلية استقلابية خاصة . ويُميز هذا الأثر الأشعة فوق البنفسجية والطيف المرئي . ويستفاد في الطب من تطبيقات هذا الاثر بتقديم محسس ضوئي خارجي للنسيج المعني ، يكون عديم السمية في الظلام وينتج اثراً مميتاً بالتشعيع بالليز ، وتستعمل التقانة في معالجة خلايا ورمية باستعمال محسسات ضوئية خاصة ، وكذلك استعملت هذه التقانات منذ فترة في معالجة امراض جلدية مثل الصدفية Psoriasis .

٣) الاثر المبضّع الضوئي : يمكن لنبضات ذات طاقة كافية احداث تفكك ضوئي مبضّع لسطح النسيج الذي يمتصها ، إن تحرّض فوتونات مثل هذه النبضات لأشعة فوق بنفسجية تفكيك عدد من الروابط الجزئية ومن ثم ابعاد الاجزاء المفصولة دون انتشار حراري للنسج المجاورة للقطع . ويعد استعمال الليزر الهيجاني من أجل تعديل تحدب قرنية العين في جراحة قصر النظر من اشهر تطبيقات هذا الليزر .

٤) الأثر الميكانيكي الكهربائي : ويلاحظ هذا الأثر عندما يركز تدفق كثيف لنبضات قصيرة الامد لبعض الليزرات على سطوح صغيره . فتمتص ذرة من المادة المشععة عدة فوتونات من اشعة الليزر دفعة واحدة وتخسر الكتروناً أو أكثر ، الامر الذي يولد عبر آلية متعددة المراحل ، غازاً مؤيناً أو بلازما ، وتصبح موجة الصدمة المرافقة لتمدد البلازما محرك الاثر الميكانيكي (الالي) الملاحظ والمماثل لانفجار صغير جداً . يستعمل هذا الاثر في الجراحة السليمة لمقلة العين كفتح اغشية او معالجة بعض اصابات الزرق Glaucoma .

العين أكثر حساسية من الجلد :

يرتبط خطر استخدام الليزرات وعلى الخصوص بالحزمة الليزرية بدرجة اضرارها بالعين المجردة ، وتعد العين أكثر حساسية من الجلد لأن آلية التبئير الذاتي يرفع من كثافة الطاقة او الاستطاعة المقدمة عبر حزمة الليزر بشكل واضح . كما يعد الخطر على الجلد أقل أهمية لأن سطح الجلد المتأذي صغير نسبياً بالمقارنة مع مجمل سطح الغطاء الجلدي .

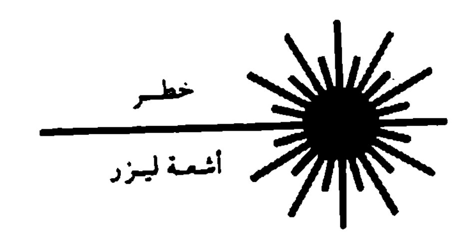
من الأثار على العين وخاصة الشبكية تؤدي الى حروق الشبكية و إلى أذى في المستقبلات الضوئية وقد تؤدي الى فقدان التصبغ او الى النزف الدموي الذي قد ينتشر الى الجسم الزجاجي . وقد يظهر الساد المتأخر .







صورة تبين نظارات واقية من اشعة الليزر



شكل يبين اشارة تحذيرية لخطر اشعة الليزر ويجب تثبتها
- على باب غرف اجهزة الليزر
- على جهاز اشعة الليزر نفسه .

تدارك أخطار الليزر :

١) يجب على مصنعي أجهزة الليزر تصنيف أجهزتهم المعدة للبيع بحسب شدة الخطر الناتج عن الحزمة عند الاستخدام العادي ويجب ان تحدد هذه الشركات صفوف الليزرات ومن هذه الصفوف :-

أ) الصف الاول : يحتوي ليزرات بدون خطر داخلي المنشأ ولا يمكن في اي حال من الاحوال تعدي حدود التعرض الاكثر حصراً .

ب) الصف الثاني : وهي الأجهزة ذات الاستطاعة المنخفضة المصدرة لاشعة مرئية بين 400nm و700nm ، ولا تعد بدون خطر داخلي المنشأ ، ولكن حماية العين منه مؤمنة بشكل طبيعي بفعل المنعكس الجفني .

حـ) الصف الثالث : ويحتوي الليزرات ذات الاستطاعة المتوسطة ويكون خطر احداث حريق فيها مهملا ، ولا يسبب تعرض الجلد اللحظي اي ضرر .

د) الصف الرابع : يتعلق بالليزرات ذات الاستطاعة الكافية لاحداث ضرر على مستوى الجلد والبصر سواء أكانت الرؤية مباشرة ام عن طريق الانعكاس ، والتي يمكن ايضا ان تسبب حريقا ، تعد هذه الليزرات خطرة دوماً ويتطلب استخدامها حذراً شديدا للغاية .

يجب على المصنِّع ان يحترم التصنيف ويكون مسؤولاً عنه ، ويجب ان يشار الى الصف في دليل الاستخدام ، وعلى الجهاز نفسه بفضل لصاقه نظامية .

٢) تحديد قواعد الامان لكل جهاز ليزر بلصاقه تسمح بمعرفة الخطر والضرر .

٣) تزويد الجهاز بدليل تشغيل ، ويحتوي هذا الدليل بالاضافة لتعليمات الامان ، على اجراءات الوقاية الواجب اتباعها فيما يتعلق بالجهاز وبمحيطه اثناء وضعه ، وكذلك يشير الى الاخطار الكهربائية وأخطار الحريق والانفجار أو السمية المتعلقة بالتجهيزات .

٤) تزويد المستخدم باساليب الوقاية الخاصة كالملابس ، وواقيات العينين ، وبجب ان تخضع نظارات الحماية من اشعة الليزر الى مواصفات ومعايير عالية .

الفصل الثاني
الموجات فوق الصوتية

تعرف الموجات الصوتية التي تتراوح تردداتها بين ١٦-٢٠٠٠٠ هرتز (ذبذبة/ثانية) بالاصوات المسموعة ، اذ انها قادرة على التاثير على اجهزة سمع الانسان ، على احداث احساسات صوتية . اما الموجات ذات الترددات الاعلى من ٢×١٠^{٤} هرتز فتسمى بالموجات فوق الصوتية .

تعرف الموجات فوق الصوتية ، هي تلك الموجات المرنة التي تتراوح تردداتها بين ٢×١٠^{٤} او $١٠^{١٣}$ هرتز .

نظرا لقصر الموجات فوق الصوتية ، يمكن اشعاعها ، مثل الضوء في صورة حزم ضيقة موجهة ، ويحدث انعكاس وانكسار حزم الموجات فوق الصوتية عند السطح الفاصل بين أي وسطين .

امتصاص الموجات فوق الصوتية في السوائل اضعف بكثير مما هو في الغازات . يزيد معامل امتصاص الموجات فوق الصوتية في الهواء بمقدار ١٠٠٠ مرة عما هو في الماء .

من استخدامات الامواج فوق الصوتية من المجال الطبي :

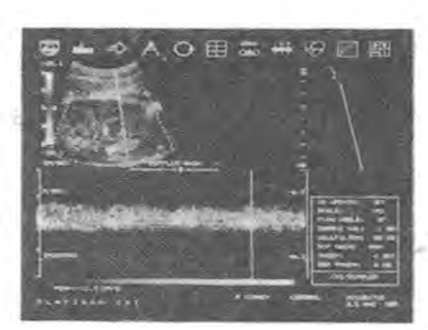
١- في المجال التشخيصي للامراض المختلفة التي تصيب اعضاء واجزاء الجسم مثل الأورام ، الألتهابات ، الأكياس ، التجمعات الدموية والدمامل الحصوات وغيرها من الامراض . ويمكن استخدامها في التشخيص الطبي في اعضاء واجزاء الجسم المختلفة مثل دماغ الانسان ، العين ، الغدة الدرقية البطن باجزاءه المختلفة ، الحوض ومحتوياته ، كيس الصفن ومحتوياته ، الاوعية الدموية ، الحمل .

٢- في العلاج

أ) تستخدم الامواج فوق الصوتية في العلاجات الجراحية ، وذلك بتدمير الخلايا والاورام عن طريق بث امواج فوق صوتية لها نفس التردد الممتص من قبل هذه الخلايا والاورام ، فتتولد حرارة بها مما يؤدي الى هلاكها .

ب) تفتيت الحصى في الكلى والمرارة ، وقنوات الغدد اللعابية ، وذلك باستخدام التأثيرات الميكانيكية للموجات فوق صوتية .

جـ) يمكن أخذ عينة من الورم الذي يصيب الكبد مثلا لمعرفة طبيعة هذا المرض أهو مرض خبيث ام حميد ، اهو مرض التهابي انتالي أوغير ذلك . وذلك بمساعدة الموجات فوق الصوتية .



بعض صور بالامواج فوق صوتية للاوعية الدموية .

وكذلك يمكن سحب السائل او الصديد في الورم الكيسي او الخراج .

٣- ازدادت القدرة التشخيصية الطبية للامواج فوق صوتية باستخدام تقانات حديثة مثل :-

أ) تصوير دوبلر Doppler بالموجات فوق الصوتية وتعطي فكرة عن شكل مخطط الجريان الدموي وشكل الوعاء الدموي ، وما يخالط الاوعية الدموية من امراض مختلفة .

ب) التصوير فوق الصوتي خلال الجراحة .

حـ) التصوير فوق الصوتي التنظيري .

٤- تطهير غرف العمليات والادوات المستخدمة في العمليات الجراحية .

استخدام الموجات فوق الصوتية :

يمكن استخدام الموجدات فوق الصوتية في المجال الهندسي و العسكري ومن تلك الاستخدامات على سبيل المثال لا الحصر :-

- تستخدم الموجات فوق الصوتية في الهندسة لاغراض التحكم والقياس (الرادار المائي ، اجهزة كشف العيوب ، قياس سمك جدران الانابيب ، وطبقة الجفاء . . .الخ ، وكذلك لاداء مختلف العمليات التكنولوجية او تعجيلها .

- تحديد بعد جسم ما واقع تحت الماء يتم عن طريق قياس الفاصل الزمني بين لحظة ارسال نبضة قصيرة من الموجات فوق الصوتية ولحظة استقبال صدى هذه الاشارة الناتج عن تشتيت الجسم للموجات فوق الصوتية ، وبمعرفة تغير تردد الاشارة - الصدى الناتج عن ظاهرة دوبلر يمكن تغيين السرعة الشعاعية للجسم ، أي مسقط سرعة حركته بالنسبة للمراقب على المستقيم الواصل بينهما .

- اكتشاف العيوب الداخلية في الاجسام الصلبة (الشقوق ، الفجوات ، اختلالات البنية) بواسطة الموجات فوق الصوتية ، وهي مبنية على ظاهرة استطارة الموجات فوق الصوتية على سطوح المناطق المعيوبة في الجسم .
- يستخدم التاثير التفتيتي للموجات فوق الصوتية في مختلف العمليات التكنولوجية ومن ذلك : تحضير المعلقات والمحاليل ، ازالة طبقات الاكاسيد ، والدهون من على سطوح الاشياء ، تعقيم السوائل ، طحن حبيبات المخاليط الفوتوغرافية . . .الخ ويزداد التأثير التفتتي للموجات فوق الصوتية على سطوح الاجسام الصلبة في السوائل ، اذا اضيف الى هذه السوائل قدر من الحبيبات الدقيقة لمادة حاكة . وتستخدم هذه الظاهرة للتجليخ ، والتلميع بالموجات فوق صوتية ، وكذلك لتخريم فتحات مختلفة الاشكال في الزجاج والسيراميك والسبائك والبلورات البالغة الصلابة .
- تستخدم الموجات فوق الصوتية على نطاق واسع في السمعيات الجزئية لبحث تركيب وخصائص المواد بالطرق السمعية .
- تعجل الموجات فوق الصوتية جريان عمليات الانتشار والذوبان ، والتفاعلات الكميائية .
- تستخدم الامواج فوق صوتية في تفجير القنابل الارهابية المصنعة من النيتروجلسيرين وذلك بضربها بامواج ذات طاقة عالية .
- تستخدم في الكشف عن مواقع الاجسام المغمورة في المياه ، وذلك عن طريق دراسة صدى الامواج فوق الصوتية المرتدة من تلك الاجسام .
- الكشف عن مواقع حشود السمك ، ودراسة طبيعية الارض ، والتحكم بالتلفاز ، وطريقة اللحام الجاف وغيرها كثير .

التاثير البيولوجي للامواج فوق الصوتية Biologic effects of Ultrasound

استخدمت الامواج فوق الصوتية في التشخيص الطبي عام ١٩٦٦ . وان

استعمال الامواج فوق الصوتية آخذا بالازدياد ، لذا لا بد لنا من تفهم التاثير الذي تسببه الامواج فوق الصوتية في الاستخدام الطبي وغيره .

نحن نعرف انه لا يوجد هناك اذية Injury او آثار متأخرة في الانسان عند تعرضه للامواج فوق الصوتية في حدود المستوى الطبي التشخيصي .

يجب عدم رفض أي فحص بالامواج الفوق صوتية ، نتيجة الخوف من تاثيرات مستقبلية .

ان تاثير الامواج فوق الصوتية على الانسجة والجزئيات تختلف عنها في الاشعة المؤينة والتي تحدث نتيجة التأين والاثارة ، اما في الامواج فوق الصوتية فيكون تأثيرها من خلال :

أ . رفع درجة الحرارة Temperature Elevation

ب . التكهف Cavitation

ج . الضغط او الاجهاد اللزوجي المختلف Various Viscous Stresses

*** التاثير الحراري Thermal effects**

تسبب الامواج فوق الصوتية ، رفع في درجة حرارة الأنسجة ، نتيجة التهيج الجزئي Molecular agitation ، وعمليات التراخي Relaxation Processes ، ان ارتفاع درجة الحرارة الموضعي يؤدي الى تغييرات بنائية Structural Changesفي الجزيئات الكبيرة والأغشية Membranes ، وهذا بدوره يؤدي الى تغيرات في معدل التفاعلات الكيميائية الحيوية Biochemical Reactions.

*** التكهف Cavitation**

التكهف هو عبارة عن التغيير البنائي والوظيفي Structural & Functional في الجزيئات الكبيرة Macro molecules والخلايا بواسطة الامواج فوق الصوتية .

لو أخذنا على سبيل المثال محلول مائي معلق Aquous Suspension

للتدليل به على نسيج ، وعند تعريضه للامواج فوق الصوتية ، واذا كانت قوة التراخي قوية Relaxation Forces ، فانه يؤدي الى تكون فقاعات صغيرة Air bubbles من الغاز او تكهفات .

يزداد التكهف كلما زادت امتصاص الطاقة من الامواج فوق الصوتية . ان هذه التكهفات تؤدي تكسير الروابط الجزيئية والى تكوين جذور حرة Free radicles مثل OH ،H ، عند تحلل الماء مثلا .

* الضغط أو الاجهاد اللزوجي Viscous Stress

عند وجود سطح فاصل Interface ، فان لزوجة الانسجة عند كل جهد من السطح الفاصل تكون مختلفة وغير متساوية . وبما ان الامواج فوق الصوتية تتفاعل مع هذا السطح الفاصل ، وبهذا ينشا اختلاف في اللزوجة ، ويسمى هذا ضغط او جهد اللزوجة Viscous Stress وهذا الجهد او الضغط اللزوجي قد يؤدي الى تعطيل او تمزيق الاغشية ، او الخلايا في منطقة السطح الفاصل .

* التاثير على الانسجة الحية Effects on living tissue

اذا كانت شدة Intensity وقوة الامواج فوق الصوتية فانها تؤدي الى تكسير الروابط الكيميائية الجزيئية ، وبهذا تتكسر الجزيئات الكبيرة ، وانحراف او زيغ الكروموسومات Chromosome aberration ، وقد تؤدي الى موت الخلايا .

وجد هذا التاثير عند استعمال الامواج فوق الصوتية قوتها اكثر من ١٠وات/سم² ويجب ان توصل في وقت محدد .

وعلى مستوى التشعيع الكلي للجسم بالامواج فوق الصوتية ، لا يكون الا في الجنين ، وهو في بطن امه ، يقال ان تعريض الام الى الامواج فوق الصوتية بطاقة عالية قبل تكوين الانسجة والاعضاء Organogenesis ، يعرض الجنين الى الموت قبل الولادة Prenatal أوبعد الولادة Neonatal ، وعند تعريض الجنين في فترة تكوين الاعضاء يؤدي الى تشويهات خلقية . وهذه كلها في التجارب على الحيوانات فقط .

لا يوجد مثل هذه التاثيرات في الانسان .

لا يوجد دليل على احتمالية تكوين اورام متاخرة للذين تعرضوا للامواج فوق الصوتية .

* علاقة الجرعة بالاستجابة **Dose- response relation ship**

لا شيء مما ذكر سابقا له تاثير على مستوى الجسم ككل او التاثير الجزئي او التاثير الخلوي ، لوحظ عند استعمال الامواج فوق الصوتية في التشخيص الطبي . الامواج فوق الصوتية في التشخيص الطبي تطلق شده وتتراوح ما بين ١-١٠ مللي وات سم^{٢} . اقل جرعة مطلقة احدثت تاثيرات ملحوظة في التجارب هي ١٠٠ مللي وات /سم^{٢} ، وبعد عدة ساعات تعرض مستمرة للاشعاع بالامواج فوق الصوتية .

الفصل الثالث

التصوير بالرنين المغناطيسي

Magnetic Resonance Imaging

استخدم جهاز الرنين المغناطيسي النووي Nuclear Magnetic resonance في الفيزياء والكيمياء الحيوية للتعرف على تركيب وحركة الجزيئات منذ عام ١٩٤٦ .

وتم تطوير هذا الجهاز واستخدامه في التصوير الطبي ، وفي عام ١٩٧٨ تم الحصول على اول صورة بالطنين او الرنين المغناطيسي لرأس انسان ويعتبر الجهاز من أحدث منجزات العصر في التصوير الطبي الحالي .

إن هذا النوع من التصوير يقوم على استخدام موجات الراديو بتردد يتراوح بين ١-٨٠ مغياهرتز .

مكونات الجهاز

من أهم مكونات الجهاز

١) معناطيس ضخم ، ومن أهم وظائفه انتاج مجال مغناطيسي ثابت ومنتظم .

٢) ملفات تسمى بـ gradient coils ومن أهم وظائفها اختيار المنطقة والمقاطع المراد تصويرها .

٣) الملفات الراديوية Radio Frequency ، ومن وظائفها بث واستقبال الامواج الراديوية في جسم المريض وارسالها الى الكمبيوتر .

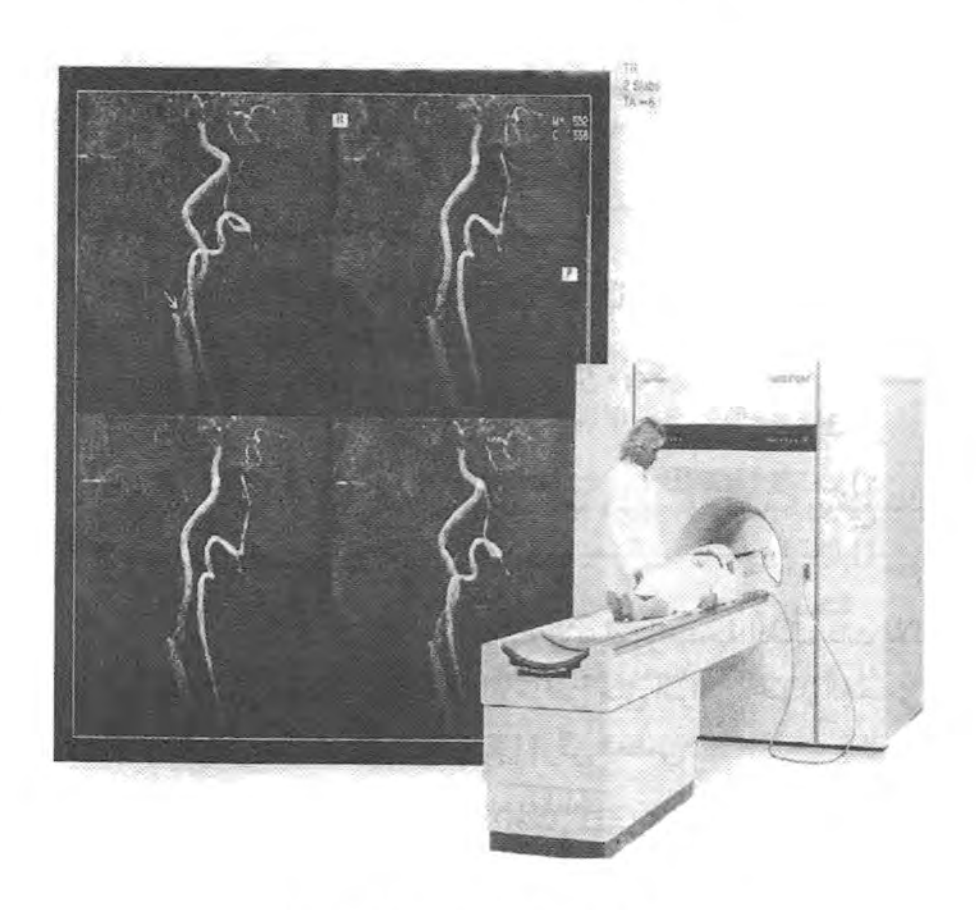
٤) جهاز الكمبيوتر : ومن أهم وظائف التحكم في الملفات الراديوية ، تحليل المعلومات والمعطيات وتخزينها وغيرها من الوظائف .

٥) لوحة التحكم والمرقاب Display ومن أهم وظائفها ادخال معلومات

المريض واختيار طرق التصوير ، ورؤية الصور وتشخيصها من قبل اختصاصي الاشعة .

٦) طاولة المريض .

٧) كاميرا التصوير .



صورة لجهاز التصوير بالرنين المغناطيسي مبيناً فيه
صورة للشرايين بدون اعطاء مادة ملونة

مبدأ عمل الجهاز

يتكون جسم الانسان من مواد عديدة . وأهمها ذرة الهيدروجين ، وهي ابسط الذرات تركيبا ، وهذه البروتونات تمتلك غزل دوراني او انها دائماً تتحرك حركة مغزلية حول محورها ، وتستمر هذه الحركة المغزلية كلما كان المجال المغناطيسي اقوى ، وعند وضع المريض في داخل المغناطيس الخارجي ، وبعد ذلك يتم بث الموجات الراديوية في الجسم الانسان ومن ثم ايقافها ، ينتج اشارة او رنين ، وتؤخذ هذه الاشارة بعد تضخيمها وتحليلها ، وأخيراً تظهر على صور طبيعية تعطي التشخيص للمرضى من قبل اختصاص الاشعة التشخيصية .

مزايا التصوير بالرنين المغناطيسي

للتصوير بالرنين المغناطيس مزايا عديدة أذكر منها :-

١) الجهاز لا يستخدم الاشعة المؤينة ، وآمن ، ويمكن استخدامه في النساء الحوامل .

٢) الجهاز له القدرة على أخذ مقاطع محورية ، سهمية ، اكليلية وبوضع مائل دون تحريك المريض .

٣) الحصول على صورة ثلاثية وثنائية الابعاد ، واضحة المعالم ذات دلالة تشخيصية عالية للعديد من الأمراض مثل أمراض الجهاز العصبي ، والأمراض القلبية ، وأمراض الجهاز الحركي العظمي .

٤) يظهر الجهاز دقة متناهية في التفاصيل التشريحية لا يجاريها اي فحص آخر حتى الان .

٥) الجهاز له القدرة الفائقة في التمييز بين الخلايا ، وخصوصاً الخلايا المتشابهة الكثافة ، وذلك بالتحكم بعدة متغيرات على سبيل المثال : منها زمن

التراخي الاول T1 ، زمن التراخي الثاني T2 ، تركيز ذرات الهيدروجين Proton density ، جريان سريان الدم والسائل .

٦) الجهاز له القدرة على تصوير الاوعية (الشريان والاوردة) من دون تعريض المريض الى التصوير بالتداخلات الشعاعية

٧) الجهاز له القدرة تصوير وتوزيع بعض مكونات جسم الانسان مما يظهر العمليات الحيوية داخل الجسم .

٨) الجهاز له القدرة على تشخيص الامراض في وقت مبكر .

٩) اعادة التصوير وذلك لمتابعة تقدم المرض وتأثير العلاج .

الاحتياطات التي يجب اتخاذها قبل الفحص من قبل المريض :

١) عدم ادخال الساعات الى غرفة التصوير .

٢) عدم ادخال بطاقات الائتمان وبطاقات السحب الالي الى غرفة التصوير .

٣) محاولة ارتداء الملابس التي لا تحتوي على مواد حديدية قدر الامكان .

٤) ازالة الدبابيس من الشعر ، وعدم الاحتفاظ باي شيء حديدي داخل غرفة التصوير .

هل هناك مرضى ممنوعين من التصوير بالرنين المغناطيسي؟

نعم . .

١) بعض المرضى الذين يستعملون منظم القلب الصناعي Pacemaker .

٢) المرضى الذين يستعملون اذن صناعية مزروعة .

٣) بعض المرضى الذين اجريت لهم عمليات جراحية في الدماغ ، وعندهم كلبسات جراحية لربط الاوعية الدموية Surgical clips .

٤) وجود اجسام غريبة معدنية حديدية في العين ، بعض العمليات الجراحية لام الدم Aneurysm .

٥) المرضى الذين عندهم حالة الرهاب Claustrophobia .

والمجال المغناطيسي لا طعم ولا لون ولا رائحة له ، لذلك على المارة في المجال المغناطيسي تذكيرهم بواسطة اشارات تحذيرية لتلافي الاخطار الناجمة عن تكوّن المجال المغناطيسي محدثة اذى للمريض او المغناطيس .

عيوب التصوير بالرنين المغناطيسي :

١) غلاء الاجهزة المستخدمة ، أدى الى ارتفاع تكاليف التصوير .

٢) عدم توفر الاجهزة الا في مراكز محددة .

٣) الحساسية للحركات الخادعة Motion artifact .

٤) محدودية اكتشاف التكلس .

مثال على مزايا التصوير بالرنين المغناطيسي في تشخيص الامراض العصبية

استطبابات التصوير بالرنين المغناطيسي في امراض الجهاز العصبي .

معظم استخدامات جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي هي استخداماته في تشخيص امراض الجهاز العصبي ، وهذا التصوير بالرنين المغناطيسي له مزايا تفوق اي نوع من انواع التصوير (مثل التصوير الطبقي بالحاسب) وغيرها ، وبالاضافة الى المزايا السابقة العامة التي ذكرناها ، هناك مزايا خاصة في مجال تشخيص امراض الجهاز العصبي ومنها :

١) توضيح تفاصيل دقيقة بين المادة السنجابية gray matter والمادة البيضاء White matter .

٢) التخلص النسبي من تخادع او خطأ العظام Bone artifact .

٣) افضل طريقة لتشخيص امراض جذع الدماغ Brain stem ، المخيخ ، امراض الجسم الثفني corpus callosum ، الغدة النخامية ، امراض فوق السرج التركي ، بسبب التخلص من تخادع العظم الشائع في التصوير الطبقي المحوري بالحاسوب ، وامكانية تكون صورة سهميه ، اكليلية ، وثلاثية الابعاد ، والتباين بين الانسجة ممتاز .

٤) له فائدة خاصة في عديد من امراض الجهاز العصبي مثل التصلب المنتشر Multiple sclerosis الامراض الخلقية Congenital lesions ، استقصاء الدماغ ، جلطة الدماغ ، نزيف الدماغ ، الامراض الوعائية ، امراض الذاكرة والخرف ، بعض أورام الدماغ ، الأمراض الالتهابية والخمجية اعتلال الأعصاب والعضلات ، التمييز بين رجوع الفتق الغضروفي والندب Scar في عمليات الانزلاق الغضروفي ، اورام النخاع الشوكي ، امراض الرض للنخاع الشوكي وغيرها .

ولا مجال هنا لذكر مزايا استخدامات التصوير بالرنين المغناطيسي في امراض القلب ، الصدر ، العظام والعضلات ، البطن ، الرقبة ، الحوض ، الثدي . .

مستقبل الرنين المغناطيسي :

لا شك ان استخدام التصوير بالرنين المغناطيسي في التشخيص الطبي اضاف املاً جديداً ، وفتح باباً واسعاً امام الابحاث المختلفة لاستخدام ظاهرة الرنين المغناطيسي في تسهيل مهمة الاطباء للحصول على معلومات اوضح واوفر لتشخيص العديد من الامراض التي كان يصعب تشخيصها من قبل .

البـاب الرابـــع

تفاعل الاشعة المؤينة مع المادة

مقدمة

الفصل الاول: التأثير الكهروضوئي

الفصل الثاني: تشتت كومبتون

الفصل الثالث: انتاج الزوج

الفصل الرابع: تفكك ضوئي

الفصل الخامس: الاستطارة المتماسكة

الفصل السادس: تفاعل الاشعاع الجسيمي مع المواد

تفاعل جسيمات الفا

تفاعل جسيمات بيتا

تفاعل جسيمات النيوترونات

تفاعل الديوترونات

تفاعل الاشعة المؤينة مع المادة

مقدمة

كما قلنا سابقاً أن الاشعة الكهرومغناطيسية (الفوتونات) ، باستطاعتها ان تؤين او تثير المادة خلال سقوطها عليها . هذا وعندما يتم تفاعل الاشعة مع المادة فان التفاعل يعتمد على طاقة الاشعاع الساقط بغض النظر عن مصدر الاشعاع .

وعند مرور الفوتونات عبر المادة تواجه احوالا مختلفة ، فبعضها يمر دون ان يتبدل ، وبعضها يتغير اتجاهه (ينتشر) باصطدامه بالذرات ولا يفقد كثيرا من طاقته في هذه العملية ، الا ان كثيرا منها يخسر كل طاقته او قسما منها ، فإن خسر الفوتون كل طاقته تلاشى أي امتص تماما .

وباختصار فان سقوط الفوتون على المادة فانه يمكن ان يفقد كل طاقته او جزءا منها بطرق متعددة اهمها :

- التاثير الكهروضوئي Photoelectric effect
- تشتت كومبتون Compton Scattering
- انتاج الزوج Pair production
- تفكك ضوئي Photodisintegration
- استطارة متماسكة Coherent Scattering

تأثيرات الاشعاع على المادة

يمكن تقسيم المواد بالنسبة لمرور الاشعاع فيها الى ثلاثة انواع :-

١) شفافة Radiolucent

حيث يمر فيها الشعاع بسهولة دون تغير في المادة او الاشعاع

٢) معتمة Radio-opaque

لا يمر فيها الشعاع ويفقد كل طاقته .

٣) نصف شفافة او معتمة

حيث يمر فيها جزء من الشعاع ويفقد جزء من طاقته .

* وقد وجد ان مرور الاشعة في المواد يتوقف على عاملين رئيسين هما :

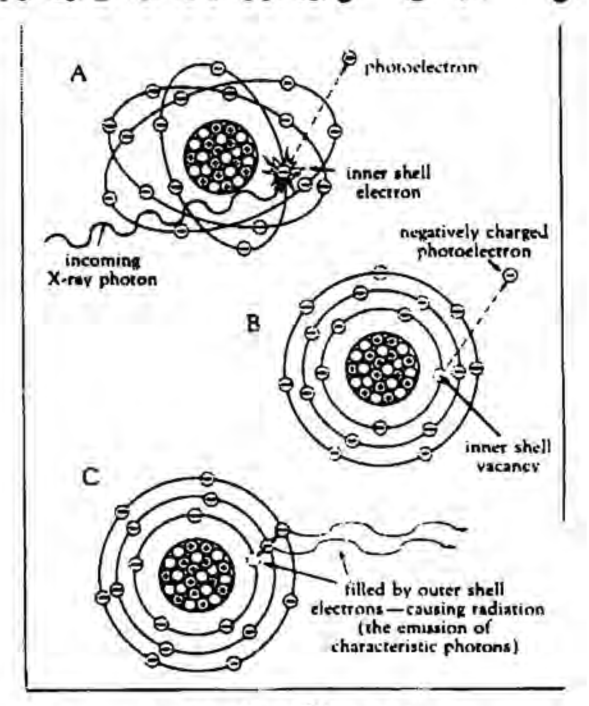
- مقدار طاقة الاشعة ونوعها جسيمية كانت او موجية وايضا نوع شحنة الجسيمية وطول الموجة للموجية .
- الوزن الذري للمادة كلما زاد كلما كانت فرصة اصطدام الشعاع بمكونات الذرة اكبر وكذلك كلما كان سمك المادة اكبر كلما كانت فرصة امتصاص الطاقة الاشعاعية اكبر . وفقدان الشعاع لكل طاقته او جزء منها يسمى امتصاص الطاقة الاشعاعية .

الفصل الأول

التاثير الكهروضوئي Photoelectric Effect

- يعطي الفوتون هنا كل طاقته الى الالكترون الذي يجري قذفه من المدارات الداخلية او من النواة ، وبهذا يترك قذف الالكترون (المدارات الداخلية او النواة) فراغا في احد مدارات الالكترونات ، وهذا الفراغ يملا بواسطة الكترون يسقط من مدار خارجي وتظهر اشعة سينية مميزة Characteristic Radiation وكذلك تتولد ايونات موجبة بالوسط مثل هواء ، ماء ، جسم الانسان .

• التفاعل هنا عبارة عن تفاعل بين فوتون وذرة ، وليس بين فوتون والكترون .



صورة تبين التأثير الكهروضوئي

أ- يعطى الفوتون كل طاقته الى الالكترون في المدارات الداخلية او النواة الذي يجري قذفه .

ب- يترك فراغ في المدارات الداخلية .

حـ- يملأ الفراغ في المدارات الداخلية بواسطة الكترون يسقط من مدار خارجي ويفقد طاقته على شكل اشعة سينية مميزة وهكذا الى ان تستقر الذرة

• يحدث هذا التاثير فقط عندما يكون الفوتون الساقط محتويا على طاقة اعلى من طاقة ارتباط الالكترون المتاثر الذي تجري ازالته مثل طاقة الربط بين الالكترون في مجال K حوالي ٣٣,٢ كيلو الكترون فولت KeV ويجب ان تكون طاقة الفوتون اكثر لازالته ، فاذا كانت طاقته مثلا ٣٣ كيلو الكترون

فولت ، فانه لا يستطيع ازالة الالكترون في مدار Kولا يحدث التأثير الكهروضوئي .

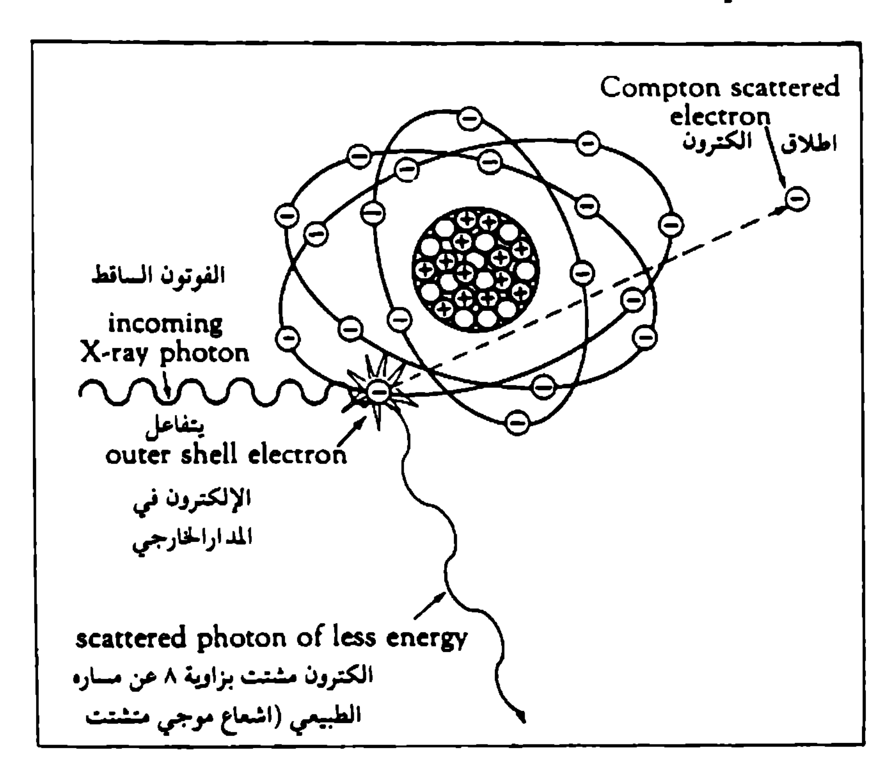
- تزداد احتمالية هذا التفاعل بزيادة العدد الذري للوسط الممتص ، وبهذا تظهر على الصورة بشكل ابيض او ذو كثافة Radio-opaque مثل العظم ، اما الاجزاء التي لا تخترقها الاشعة لا تتفاعل تظهر سوداء على الفلم Radiolucentمثل الانسجة الرخوة .
- تسود التفاعلات الكهروضوئية جميع المواد عندما تكون طاقة الفوتونات قليلة (واطئة) .

الفصل الثاني

تشتت كومبتون *Compton Scattering*

- يتفاعل الفوتون الساقط مع احد الالكترونات الحرة في المدار الخارجي للنواة ، ويعطي قسما من طاقته الى الالكترون ، فيكتسب طاقة حركية ، وينطلق خارج الذرة ، أما الفوتون الساقط فينحرف بزاوية وبطاقة اقل مما كان عليها ، وباستطاعته ايضا ان يؤين الوسط المار فيه .
- تزداد احتمال حدوث هذه الظاهرة عندما تكون طاقة الفوتون من ٠,١ مليون الكترون فولت الى ١٠ مليون الكترون فولت تقريبا .
- لا يعتمد تشتت كومبتون على العدد الذري للوسط الممتص ، وكذلك يعتمد على طاقة الاشعاع وكذلك يعتمد على كثافة Density الوسط الممتص .
- يقل تشتت كومبتون تدريجيا عندما تزداد طاقة الفوتون .
- لا يشارك تشتت كومبتون باعطاء اية معلومات مفيدة للصورة ، بل يزيد في ضباب الصورة وعدم وضوحها (Fog) .
- تسود التأثيرات او التفاعلات الكهروضوئية عندما تكون طاقة الفوتونات قليلة ، ولكن عندما تزداد الطاقة فان ظاهرة كومبتون تسود ، وتقل التاثيرات الكهروضوئية ، وباستمرار الزيادة في طاقة الفوتونات ، يقل أي تفاعل (التاثير الكهروضوئي اوتشتت كومبتون) .
- في تشتت كومبتون يفقد الاشعاع كل طاقته او بعضها او قد يتغير اتجاه الاشعاع ويفقد جزء من طاقته ، ويعرف ذلك بالتشتت او التناثر ، واتجاه الاشعة المتناثرة او المتشتتة يتوقف على ما في الشعاع الساقط من طاقة ويحدث هذا التشتت في جميع الاتجاهات ولكن معظمه في الخلف ، ويعرف بالتشتت الخلفي Back Scatter ، وكما قلنا سابقا مع ازدياد الطاقة في الشعاع يقل التشتت او التناثر الخلفي والجانبي ، ويزيد التناثر الامامي

في الشعاع يقل التشتت او التناثر الخلفي والجانبي ، ويزيد التناثر الامامي كما في الاشعة الناتجة من اجهزة (الميجا فولت) .

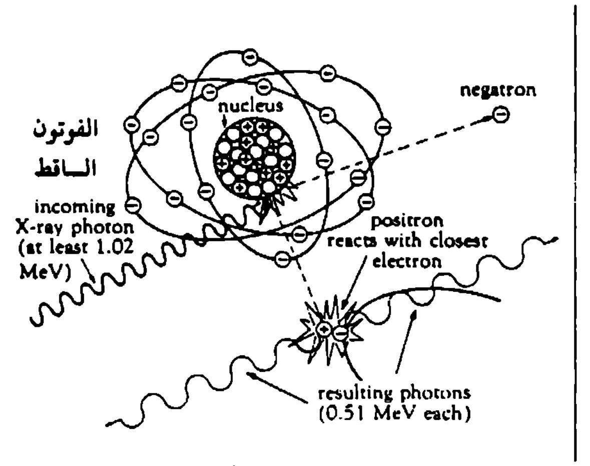


صورة تبين تشتت كمومبتون

الفصل الثالث

انتاج الزوج او تكون الزوج *Pair production*

- يحتاج هذا التفاعل الى طاقة فوتون عالية جدا تزيد عن١,٠٢٢ مليون الكترون فولت .
- يتحول الفوتون (هنا يفنى الفوتون) في هذا التفاعل الى زوج من الالكترون (احدهما موجب ويسمى البوزترون والاخر سالب) .
- لا يحدث هذا التفاعل في مجال الاشعة التشخيصية .
- مبدا الحفاظ على الزخم والطاقة يمنع من هذا التفاعل في الفراغ .
- ظاهرة تلاشي المادة هي عبارة عن اتحاد الكترون وبوزترون تتلاشى مادتهما متحولة الى شعاعين من اشعة جاما في اتجاهين متضادين كل منها بطاقة ٥٠٠٠٠٠ الكترون فولت .



صورة تبين انتاج الزوج

الفوتون الساقط طاقته علي الاقل ١,٠٢ ميغا الكترون فولت ويقترب من النواة ويختفي منتجاً زوج من الالكتروناً ، أحدهما سالب والآخر موجب ، وفي النهاية ينتج فوتونين طاقة كل منهما ٠,٥١ ميغا الكترون فولت في اتجاهين متماكسين

تفاعل الجسيمات المشحونة مع المادة :

الجسيمات المشحونة هي الذرات المتعادلة التي فقدت أو اكتسبت الكترونا او اكثر فاصبحت مشحونة بشحنة كهربائية ، اضافة الى الالكترونات التي تمتلكها . ومن هذه الجسيمات التي تهمنا في هذا المجال .

- جسيمات الفا .
- البرتونات .
- النيوترونات .
- الديوترونات (نوى ذرات الهيدوجين الثقيل) .

تفاعل البروتونات مع المادة :

يتفاعل البروتون مع النواة بطرق عديدة تعتمد على مقدار الطاقة الحركية التي يمتلكها وعلى نوع النواة الهدف التي يتفاعل معها . فقد تتفاعل البروتونات مع النواة وتولد نواة جديدة ذات عدد كتلي وعدد ذري يختلف عن النواة الاصلية ، ويصاحب ذلك انبعاث جسيمة الفا ، او قد تتكون نتيجة التفاعل نواة جديدة مع انبعاث جسيمة اخرى غير جسيمة الفا كالنيترونات ، والديوترون أو تنبعث اشعة جاما .

ان حدوث اي من التفاعلات اعلاه يعتمد على طاقة البروتون الساقط ، وأن احتمالية التفاعل التي تتولد فيه جسيمة الفا أو ديوترون تكون اقل من احتمالية التفاعل الذي تنبعث فيه اشعة جاما أو التفاعل الذي ينبعث فيه نيوترون ، وذلك يعود الى شحنة جسيمة الفا والديوترونات العالية معاً يتطلب طاقة عالية لتحرير هذه الجسيمات من المجال الكهربائي الذي يحيط بالنواة .

تفاعل الديوترونات مع المادة :

لقد وجد عدد كبير من التفاعلات النووية التي تكون فيها الديوترونات ، وهي الجسيمات المستعملة كقذائف ، وكما يحدث عند قصف النواة بالبروتونات وتولد جسيمات تنبعث نتيجة تلك التفاعلات ، كذلك يحصل عند قصف النواة بالديوترونات وتصنف تفاعلات الديوترونات مع النواة حسب نوع الجسيمة التي تنبعث نتيجة للتفاعل ، فقد تنبعث جسمية الفا أو بروتون او نيوترون او قد ينبعث ديوترون ذو طاقة أوطأ من الديوترون الساقط .

تفاعل النيوترونات مع المادة :

تقسم تفاعلات النيوترونات مع المادة الى اربعة انواع هي : الاستطارة المرنة والاسر النيوتروني والانشطار النووي ، وتفاعلات توليد الجسيمات مثل جسيمات الفا والبروتونات .

يعتمد تفاعل النيوترون مع النواة على عاملين ، الاول طاقة النيوترون الساقط ، والثاني طبيعة النواة .

١) تفاعل الاستطارة المرنة : وفيه يتغير اتجاه النيوترون الساقط عند اقترابه من النواة ، ولا يحدث تغير في طاقته الحركية بل تكون محفوظة .

٢) تفاعل الاسر النيوتروني : وفيه تقتنص النواة النيوترون الساقط وتتولد نواة في حالتها متهجية تدعى بالنواة المركبة ، التي تعود الى حالتها الطبيعية بفقدان طاقتها الفائضة على شكل فوتونات اشعة جاما .

٣) تفاعل تقتنص في النواة النيوترون وتتولد نواة مركبة تطلق جسيمة الفا أو بروتون او ديوترون او نيوترون آخر أو أكثر .

٤) في بعض النوى الثقيلة تقتنص النواة النيوترون وتنشطر الى جزئين متساويين تقريباً في كتلتيهما وتدعى هذه العملية بالانشطار النووي .

البـاب الخامس

الوحـــدات الاشعاعيـــة

الفصل الاول: الوحدات القديمة

- الرونتجن
- الراد
- الريم
- الكيوري

الفصل الثاني: الكيرما

الفصل الثالث: الوحدات في النظام الجديد

- الكولومب
- الجراي
- السيفرت
- البيكريل

الفصل الأول
الوحدات القديمة

وحدة التعرض الاشعاعي (EXPOSURE)

رونتجن Roentgen(R)

استخدم العلماء وحدة الرونتجن نسبة الى العالم الالماني كونراد رونتجن C.Roentgen مكتشف الاشعة السينية كوحدة للتعرض الاشعاعي .

و هي وحدة جرعة التعريض للاشعة السينية او اشعة جاما المرافق لمرورها في ٠,٠٠١٩٢٣ غرام من الهواء (١سم^{٣}) بدرجة صفر مئوي وتحت ضغط ٧٦٠ ملم زئبق ، ومقدار الاشعة بمرورها عبر الهواء هذا ، تسبب انطلاق الكترونات من ذرات الهواء ، هذه الالكترونات ان اعطت كل طاقتها في انتاج الايونات في الهواء انتجت ٢,٠٩٥ × ١٠^{٩} زوجا من الايونات .

او هي كمية تعّبر عن مقدار التأين في الهواء بواسطة الاشعة السينية او اشعة جاما .

لقد استعمل حرف (R) كرمز للرونتجن .

الرونتجن الواحد يعطي جرعة ممتصة تساوي ٠,٠٠٨٦٩ جراي ، وفي الانسجة ٠,٠٠٩٦ جراي .

وهذه الوحدة تعطي دلالة لكمية الاشعاع ولا تعطي دلالة لنوع الاشعاع معدل التعرض Exposure rate .

$$\text{معدل التعرض} = \frac{\text{التعرض}}{\text{الزمن}}$$

لتقدير معدل التعرض الاشعاعي من الاشعة السينية او اشعة جاما يستخدم وحده الرونتجن /ساعة او كولومب لكل كغم/ ساعة .

الجرعة الممتصة Radiation absorbed dose

الراد (Rad (r

يهمنا عند الكلام عن الاثار الحيوية للاشعة ان نعلم كمية الطاقة الممتصة من قبل المواد الحية اكثر من اهتمامنا بمعرفة الكمية التي تمر في تلك المواد ، وان مقدار التعريض للاشعة بالرونتجن في نقطة ما من الهواء او الانسجة يعني كمية الاشعة المارة فيها ، اما الطاقة الممتصة فتقاس بوحدة اخرى هي الراد .

الراد

عبارة عن قياس امتصاص الطاقة المنقولة لاي وسط بواسطة جميع انواع الاشعاعات (اشعة اكس ، اشعة جاما ، جزيئات الفا ، بيتا ، النيوترونات ، او البروتونات) .

تُعّرف وحدة الجرعة الممتصة بالراد على انها الطاقة ٠,٠١ جول /كغم ، وبما ان تعرض رونتجن واحد ينتج نقل طاقة مقدارها ٠,٠٠٨٦٩ جول/كغم في الهواء و ٠,٠٠٩٦ جول /كغم في النسيج البشري .

اذن رونتجن واحد يعطي جرعة ممتصة مقدارها :

$$\frac{٠,٠٠٨٦٩}{٠,٠١} = ٠,٨٦٩ \text{ راد في الهواء}$$

$$\frac{٠,٠٠٩٦}{٠,٠١} = ٠,٩٦ \text{ راد في النسيج}$$

١ راد تساوي ١٠٠ إرغ/جرام

١ راد يساوي $\frac{١}{١٠٠}$ جول /كغم

لا تعتمد وحدة الجرعة الممتصة على نوع الوسط الممتص ، ولكن تعتمد على ما تتركه من طاقة ممتصة في هذا الوسط .

وحدة الجرعة المكافئة Radiation equion

الريم rem

هناك حاجة لاستعمال كمية في الوقاية من الاشعاع لوصف العلاقة بين التعرض الى الاشعاع والتأثيرات البيولوجية ودعيت هذه الكمية وحدة الجرعة المكافئة .

وحدة الجرعة المكافئة هي عبارة عن الكمية التي يتم الحصول عليها من حاصل ضرب الجرعة الممتصة × عامل النوعية(Quality factor)[١]

أو هي كمية الطاقة الاشعاعية التي تحدث تأثيرا بيولوجيا يعادل التاثير البيولوجي لواحد راد .

كمية الطاقة الاشعاعية التي تحدث تأثيرا بيولوجيا تختلف حسب نوع الاشعة نتيجة لاختلاف عامل النوعية حسب الجدول التالي :

نوع الاشعاع	عامل النوعية
الاشعة السينية	١
اشعة جاما	١
جسيمات بيتا	١
النيترونات البطيئة	٣
النيترونات السريعة	١٠
البروتونات	١٠
جسيمات الفا	٢٠

(١) معامل النوعية ويرمز له Q ويعكس معامل النوعية قابلية ذلك الاشعاع لاحداث تلف .

-١ ريم = $\frac{١}{١٠٠}$ جول / كغم

-١ ميللي ريم = $\frac{١}{١٠٠٠}$ ريم

▫ وحدات النشاط الاشعاعي

الكيوري (curie (ci

اختصارها ci

هو كمية المادة المشعة التي تتحطم او تتحلل Distintegrion بها عدد من الذرات ٣٫٧ × ١٠^١٠ ذرة في الثانية .

او هو قدرة الاشعاع المعادلة لواحد جرام راديوم .

او هو مقدار النشاط الاشعاعي لكمية من المادة ، ا غرام من الراديوم تعطي ٣٫٧×١٠^١٠ انحلالا في الثانية الواحدة .

الفصل الثاني

كيرما (Kerma (K

مختصر انجليزي يعني الطاقة المتحررة في المادة وهي تقدر بدلالة وحدات جراي ، وكانت فيما مضى تقدر بدلالة وحدات راد .

وهذه الكمية قد ادخلت في عام ١٩٦٢ للدلالة على الفعالية ذات المرحلتين التي تحدث عندما تدخل الجسيمات المؤينة بصورة غير مباشرة كالنيوترونات والفوتونات طاقة الى المادة .

اما في الوقت الحاضر ومنذ سنة ١٩٨٠ فالكيرما تساوي مجموع الطاقات الحركية الاولية لجميع الجسيمات المؤينة المشحونة بواسطة الجسيمات غير المشحونة في مادة واسمها في نظام الوحدات الجديد هو الجراي ، اما الاسم القديم فهو الراد .

الفصل الثالث

وحدات الاشعة في النظام العالمي (الدولي) الجديد S. .I Units

ه الكولومب Coulomb (C)

وحدات التعرض للاشعة

وهي وحدة الشحنة الكهربائية ، والتي تعادل ١ امبير لكل ثانية وتقاس بـ كولومب /كغم في الهواء .

١ رونتجن = ٢,٨٥ × ١٠$^{-٤}$ كولومب/كيلو غرام .

وان التعرض لكولومب واحد في الكيلو غرام في الهواء يساوي

$$\frac{١}{٢,٥٨ \times ١٠^{-٤}}$$ أو ٣,٨٨ × ١٠$^{-٣}$ رونتجن .

ه الجراي Gray (Gy)

هي وحدة النظام الدولي الجديد للجرعة الممتصة ، وهي تماثل امتصاص طاقة مقدارها ١ جول لكل كيلو غرام من الانسجة .

١ جراي = ١ جول / كغم .

١ راد = ١٠٠ ارغ / غرام .

١ راد = $\frac{١}{١٠٠}$ جول / كغم .

اذن ١ جراي = ١٠٠ راد .

▫ السيفرت (sv) Seivert

وهي وحدة مكافئ الجرعة Dose equivalent في النظام الدولي الجديد .

ويُعبر السيفرت عن التأثير البيولوجي للجسم البشري ، وكذلك يستعمل السيفرت لجميع انواع الاشعاعات .

في الفيزياء الطبية يؤخذ بنظر الاعتبار التأثير البيولوجي للاشعاع او ما يسمى بالتدمير الاحيائي للانسان ، ولهذا السبب يستخدم مكافئ الجرعة (السيفرت) باستمرار .

السيرفت = الجرعة الممتصة (Gray) ×عامل النوعية (Quality factor)× عامل التصحيح Modifying factor .

1سيرفت = ١٠٠ ريم

١ سيرفت = ١ جول /كغم

▫ البيكريل (Bq) Bequerel

وهي وحدة النشاط الاشعاعي في نظام الوحدات العالمية الجديدة S.I Units .

والبيكريل الواحد يساوي مقدار المادة المشعة التي يحدث فيها تفكك واحد في الثانية ، ووحدة النشاط الاشعاعي القديمة وهي الكيوري ، تساوي حوالي ٣٧ الف مليون بيكريل .

والعلاقة بين الوحدات القديمة (curie) والوحدات الجديدة (البيكريل) كما يلي :

▫ ١ مايكرو كيوري = ٣٧٠٠٠ بيكريل = ٠,٠٣٧ ميكا بيكريل

= ٣٫٧ × ١٠ ^-٨^ تيرا بيكريل

١٥ ميللي كيوري = ٣٧×١٠^{٦} بيكريل = ٣٧ ميغا بيكريل

= $٣ر٧ \times ١٠^{-٥}$ تيرا بيكريل

١ ٥ كيوري = $٣ر٧ \times ١٠^{١٠}$ بيكريل = $٣ر٧ \times ١٠^{٤}$ ميغا بيكريل

= ٠ر٠٣٧ تيرا بيكريل .

ملخص لوحدات الاشعة القديمة والجديدة

١ رونتجن (R) تساوي = $٢ر٨٥ \times ١٠^{-٤}$ كولومب / كغم في الهواء

١ ميللي رونتجن (mR) يساوي = $\frac{١}{١٠٠}$ رونتجن $(١٠)^{-٣}$

= ١٠٠ ارغ / غرام

= $\frac{١}{١٠٠}$ جول / كغم

= $\frac{١}{١٠٠}$ جراي

= ١ سنتي جراي Centigray

1ميللي راد يساوي = $\frac{١}{١٠٠}$ راد

١ ريم يساوي $\frac{١}{١٠٠}$ جول / كغم

= $\frac{١}{١٠٠}$ سيفرت

= ١ سنتي سيفرت= Centi Seivert (C S v)

=١٠ ميللي سيفرت m S v

١ ميللي ريم = $\frac{١}{١٠٠}$ ريم

١ وحدة تعرض في النظام الدولي الجديد تساوي ١ كولومب/ كغم $\frac{١}{٢,٥٨ \times ١٠^{-٤}}$ رونتجن .

١ كولومب يساوي ١ امبير / ثانية

١ كولومب / كغم في الهواء يساوي وحدة تعرض في النظام الدولي الجديد .

١ جراي يساوي = ١ جول / كغم

= ١٠٠ راد

= ١٠ ديسي جراي Decigray

=١٠٠ سنتي جراي Centigray

= ١٠٠٠ ميللي جراي

١ ارغ يساوي = ١٠ $^{-٧}$ جول

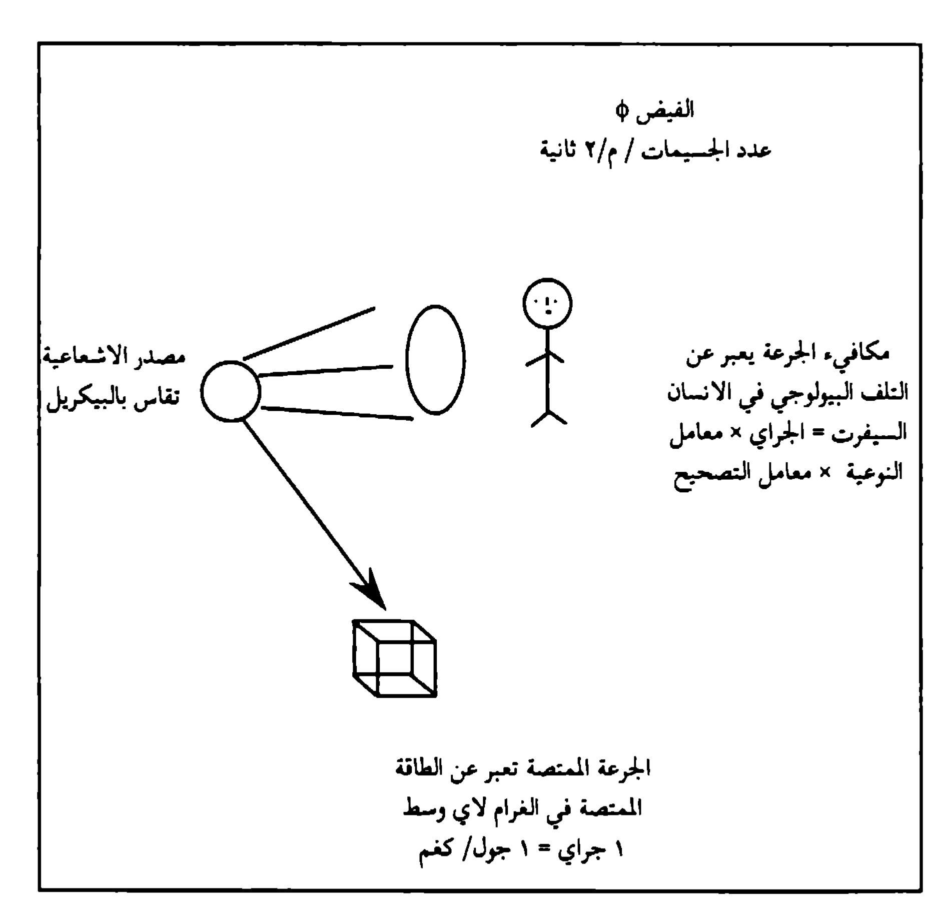
١ جول يساوي = ١٠ ^{٧} ارغ

= ١ نيوتن / متر

= ٦٫٢٤ × ١٠ ^{١٨} الكترون فولت .

▫ ملخص للوحدات الاشعاعية

نوع الاشعاع Type of Radiation	الكمية Quantity	الوحدات القديمة Traditionl units	الوحدات الجديدة S. I units	الوسط المقاس Medium measured	التاثير المقاس Meeasure effect
اشعة اكس او جاما	تعرض	رونتجن(R)	كولومب/كغم	الهواء	تأين الهواء
الاشعة المؤينة جميعها	الجرعة الممتصة	راد	جراي (Gy)	أي جسم	كمية الطاقة الممتصة بواسطة الجسم
الاشعة المؤينة جميعها	الجرعة المكافئة	ريم	سيفرت (Sv)	انسجة الجسم	التأثير البيولوجي



صورة تبين العلاقة بين الوحدات

(١) الفيض Flux (ϕ)

عدد الجسيمات او الفوتونات المارة خلال مسافة قدرها متر مربع في ثانية واحدة . افترض مصدراً نقطياً يشع نيوترونات بمعدل م لكل ثانية فيكون الفيض على مسافة نق هو عدد النيوترونات المارة خلال مساحة قدرها متر مربع في الثانية وما دامت النيوترونات تشع بانتظام في جميع الاتجاهات ، فان الفيض على بعد نق هو عدد النيوترونات المنبعثة في الثانية مقسوماً على المسافة السطحية للكرة ذات نصف القطر نق وهذه المسافة قدرها ٤ ط نق^{٢} .

الفيض (ϕ) = $\frac{\text{م}}{\text{٤ ط نق}^{٢}}$ نيوترون لكل متر مربع في الثانية

لاحظ انه عندما تضاعف نق فان نق^{٢} تتضاعف اربع مرات وبهذا يتناقص الفيض الى الربع ، وهذه العلاقة هي قانون التربيع العكسي .

امثلة :

١- تعرّض عامل في سنة واحدة الى جرعة جاما (γ) قدرها ٢٠ جراي (٢ راد) ، وجرعة نيوترونات حرارية Ns قدرها ٠,٠٠٥ حراري (٠,٠٥ راد) ، وجرعة نيوترونات سريعة Nf قدرها ٠,٠٠١ جراي (٠,١ راد) فما هو مكافيء الجرعة الكلية .

مكافيء الجرعة = جرعة الامتصاص × معامل النوعية × ن

Sv = Gy × معامل النوعية (Q) × ن

ن معامل محور آخر يأخذ بنظر الاعتبار بعض العوامل الاخرى كمعدل جرعة الامتصاص وعملية التجريء .

مكافيء الجرعة = جرعة الامتصاص × معامل النوعية

مكافيء الجرعة لاشعاع جاما = ٠,٠٢ × ١ = ٠,٠٢ سيفرت (٢ ريم) .

مكافيء الجرعة للنيوترونات الحرارية = ٠,٠٠٥ × ٢,٣ = ٠,٠١١٥ سيفرت (١,١٥ ريم) .

مكافيء الجرعة للنيوترونات السريعة = ٠,٠٠١ × ١٠ = ٠,٠١ سيفرت (١ ريم) .

مكافيء الجرعة الكلية = ٠,٠٤١٥ سيفرت (٤,١٥ ريم) .

٢- تعرّض عامل سيطرة في مفاعل نووي خلال ثلاثة ايام متتالية الى مكافيء جرعة من اشعاع جاما كالاتي ، اليوم الاول ٩٥ ميكرو سيفرت (٩,٥ ملي ريم) .

اليوم الثاني ٥ ميكرو سيفرت (٥٠٠ ميكرو ريم) .

اليوم الثالث ١ ملي سيفرت (١٠٠ ملي ريم) .

فما مكافيء الجرعة الكلية له مقدرة بالملي سيفرت (الملي ريم) عبر الايام الثلاث .

اليوم الاول = ٩٥ ميكروسيفرت = $\frac{٩٥}{١٠٠٠}$ ملي سيفرت = ٠,٠٩٥ .

اليوم الثاني = ٥ ميكرسيفـــرت = $\frac{٥}{١٠٠٠}$ ملي سيفرت = ٠,٠٠٥ .

اليوم الثاني = ١ ملي سيفـــرت = $\frac{١٠٠٠}{١٠٠٠}$ ملي سيفرت = ١,٠٠ .

مكافيء الجرعة = $\frac{١٠٠٠}{١٠٠٠}$ مللي سيفرت = ١,١ ملي سيفرت (١١٠ ملي ريم) .

٣- اذا ما سمح لرجل التعرض الى مكافيء جرعة قدرها ١ ملي سيفرت اي ١٠٠ ريم في الاسبوع ، كم ساعة يُمكنه العمل في مكان مكافيء الجرعة فيه ٥٠ ميكروسيفرت / ساعة (٥ ملي ريم/ ساعة) .

الجرعة = معدل الجرعة × الزمن

الزمن = $\frac{\text{١ ملي سيفرت}}{\text{٥٠ مليكروسيفرت/ ساعة}}$ = $\frac{\text{١٠٠٠ ميكروسيفرت}}{\text{٥٠ مكيروسيفرت / ساعة}}$ = ٢٠ ساعة

٤) احسب الفيض على بعد ٠,٥ متر من مصدر يشع ٢ × $١٠^{٧}$ نيوترون/ثانية .

الفيض (ϕ) = $\frac{\text{م}}{\text{٤ ط نق}^{٢}}$

= $\frac{٢ \times ١٠^{٧}}{٤ \text{ ط} \times ٠,٥ \times ٠,٥}$ = ٦,٤ × $١٠^{٦}$ نيوترون / $\text{م}^{٢}$ ثانية .

٥) احسب فيض فوتونات جاما على بعد متر واحد من مصدر كوبالت ٦٠ ذي ٠,٠٣٧ تيرا بيكريل (يشع الكوبالت ٦٠ اشعاعيين جاميين في كل تحلل .

نحن نعلم ٠,٠٣٧ تيـــر ا بيكريل تســـاوي ٣,٧ × $١٠^{١٠}$ تحلل / ثانيـــة ولكن للكوبالت ٦٠ فوتان من اشعاع جاما .

م= ٢ × ٣,٧ × $١٠^{١٠}$ = ٧,٤ × $١٠^{١٠}$ فوتون / ثانية

$$\text{الفيض } (\phi) = \frac{\text{م}}{\text{٤ ط نق}^{٢}}$$

$$= \frac{\text{٧,٤} \times \text{١٠}^{\text{١٠}}}{\text{٤ ط} \times (\text{١})^{\text{٢}}} = \text{٥,٩} \times \text{١٠}^{\text{٩}}$$ فوتون جامي / م^{٢} ثانية .

▫ ملخص

أ	ب	ج
رونتجن	$\text{٢,٥٨} \times \text{١٠}^{\text{-٤}}$	كولومب / كغم
راد	٠,٠١	جراي
ريم	٠,٠١	سيفرت
كيوري	$\text{٣,٧} \times \text{١٠}^{\text{١٠}}$	بيكريل

أ×ب = تحصل على ج

$\frac{\text{ج}}{\text{ب}}$ = تحصل على أ

البـــاب الســادس

التعـــرض الاشعـــاعي

التعرض الاشعاعي

Radiation Exposure

مقدمة

يتعرض الانسان الى جرعات اشعاعية معينة ، اما ان تكون خارجية المصدر او داخلية المصدر .

تعرض اشعاعي خارجي : هو الاشعاع المؤين الذي يتعرض له الجسم من مصادر خارجية .

تعرض اشعاعي داخلي : هو عبارة عن تأثيرات الاشعاع المؤين للمواد المشعة عند وجودها داخل الجسم ، نتيجة لدخول هذه المواد سواء أكانت طبيعية ، ام صناعية الى الجسم .

واليك مصادر هذا التعرض الاشعاعي

١ . الاشعة الكونية Cosmic Rays

يتعرض الانسان يوميا الى تأثير الاشعاع النووي المتمثل في الاشعة الكونية ، وهو مكون من مكونات البيئة . تصل الاشعاعات الكونية المختلفة من الفضاء الى الارض ، وكذلك تصل من الشمس .

الغلاف الجوي هو خير حافظ وواق من هذه الاشعاعات ويقلل كمية الاشعاعات التي تصل الى الارض ، وعملية الترشيح هذه تؤدي الى جعل جرعة الاشعاع عند سطح البحر اقل منها في الارتفاعات العالية ، وكلما ارتفع الانسان عن سطح البحر ازدادت هذه الاشعاعات ، مثل السفر في الطيارات ومن هذه المواد المشعة الموجودة في الاشعة الكونية : الكربون ١٤ ، كالسيوم٤١ ، كلور ٣٦ . وتكون

الاشـعـة الكونيـة أقل مـا يمكن عند خط الاسـتـواء Equater واعلى مـا يمكن في القطبين الشـمالي والجنوبي ، وتزيد بمعدل ٣ أضعـاف عند الارتفاع عن سطح البحر بمقدار ١٠٠٠ قـدم ، ومعـدل الجرعة للاشـعة الكونيـة حوالي ٣٠٠ ميكروسيـفرت وتشكل حوالي ١٤٪ من التعرض الاجمالي للاشعة .

٢ .وتحتوي الارض والبيئة التي نعيش عليها ، والتي تحيط بالانسان من كل جانب ، فالارض التي نعيش عليها ، والهواء الذي نستنشـقه ، والماء الذي نشربه ، والمواد التي ناكلها كلها تحتوي على عناصر مشعة بنسبة او باخرى .

مثلا تحتوي التربة على عناصر الراديوم ٨٧ ، اليورانيوم ٢٣٥ ، البوتاسيوم ٤٠ ، الثوريوم ٢٣٢ ، يختلف تركيز النشاط الاشعاعي باختلاف انواع الصخور ، والصخور الحامضية ذات نشاط اشعاعي اعلى من الصخور الشديدة القلوية ، ويزيد تركيز المواد المشعة في الصخور الجرانيتية ، ويقل في الصخور الرملية .

● البيت الذي يعيشه الانسان ، فاذا كان من الاسمنت فيطلق مواد مشعة ، مع ان اقل ما يمكن من الاشعاع في الشـقق الخشبيـة ، تليها الشـقق المبنية من الطوب الجيري والاسمنت ، وأعلى نسبة للاشعاع في المباني الرخامية ، ويعود سبب هذا الاشعاع الى احتواء مواد البناء المستخدمة على بعض العناصر المشعة .

٣ . الاشعاعات الموجودة في جسم الانسان

يحتوي جسم الانسان على كميات ضئيلة من النظائر المشعة مثل الكربون ١٤ ، والبوتاسيوم ٤٠ ، وتدخل هذه الاشعاعات عن طريق التنفس مثل الرادون ، وتدخل ايضا المواد الاشعاعية مع الغذاء ، والماء .

واليك اهم النظائر المشعة التي يحتويها جسم الانسان/ متوسط ٧٠كغم :

النظير المشع	مكان النظير في الجسم	نشاطه الاشعاعي (كيوري)
تريتيوم H3	في جسم الانسان	٧,٦ × $١٠^{-١١}$
الكربون C14	الانسجة الدهنية	٨,٩ × $١٠^{-٨}$
البوتاسيوم K40	انسجة الاعصاب والعضلات	٦ × $١٠^{-٧}$
الروبيديوم Rb 87	انسجة العضلات	٤,٦ × $١٠^{-١٠}$
الثوريوم Th 232	العظام	١,١ × $١٠^{-١١}$
اليورانيوم U238	العظام	٢,٤ × $١٠^{-١٠}$
الراديوم Ra 226	العظام	١,١ × $١٠^{-١٠}$

٤ . التعرض الداخلي للاشعاع

يحدث نتيجة تعرض الاجزاء الداخلية للانسان للاشعاع نتيجة تناوله مواد ذات نشاط اشعاعي .

المواد المشعة يمكن ان تدخل جسم الانسان عن طريق الشرب ، التنفس ، الاكل ،(الطعام ، الابتلاع) ، والى حد ما يمكن للجسم ان يمتص المواد المشعة عن طريق المساحات الجلدية او عن طريق الجروح ، ان وحدة بالجسم .

مقدار الجرعة تعتمد على :-

- كمية المادة المشعة التي تدخل الجسم .
- الطبيعة الكيماوية للمادة (فترة نصف العمر البيولوجي لطرح نصف المادة الاولية من المادة المشعة) .

- نصف عمر المادة المشعة وطاقته .

- الحساسية الاشعاعية للنسيج ، خاصة الجهاز الهضمي ، والاعضاء التناسلية ، ونخاع العظم ، وهذه الانسجة اكثر اهمية في جسم الانسان واكثر حساسية .

ومن مصادر التعرض الداخلي للاشعاع :-

- التعرض الطبيعي الناتج من المواد المشعة .
- من التفجيرات النووية فوق سطح الارض .
- من المصادر الصناعية من التنشيط النيتروني .
- من شظايا الانشطار النووي .
- من التآكل الموجود داخل المفاعل .
- في حالات التلوث الداخلي الناتج من مختلف الاعمال التي تدخل فيها المصادر المشعة المفتوحة بشكل غير دقيق ، ومخالف لتعليمات وضوابط الفيزياء الصحية .
- اضافة المواد المشعة التي تعطى الى الافراد تحت الاشراف الطبي لغرض الفحص والتشخيص أو العلاج .

٥ . التعرض الى مصادر الاشعاع الطبيعية المصنّعة :-

تنشا هذه المصادر نتيجة التصنيع الذي يحدث ، واليك بعض الامثلة على ذلك :-

- استعمال الغاز الطبيعي للطبخ والتدفئة .
- استعمال الفحم لانتاج الطاقة .

- الابنية نتيجة استعمال المواد المشعة في انشائها .
- استعمال الاسمدة الفوسفاتية (تحتوي على نسبة من اليورانيوم ٢٣٨) .
- استعمال خامات الفوسفات في معامل انتاج حامض الفسفوريك (الجبس) ، سلكات الكالسيوم وتحتوي من المواد المشعة الراديوم واليورانيوم .

٦ . التعرض للاشعاع من بعض الاجهزة المستعملة :-

- التلفزيون : أصبح الزجاج الجديد لشاشة التلفزيون في الأونة الأخيرة من نوع خاص يحتوي على مادة الرصاص التي تعمل على تقليل الاشعة السينية المنطلقة من الجهاز . والتلفزيون الملون يطلق اشعة سينية اكثر من التلفزيون الاسود والابيض ، ولذا من الضروري الابتعاد بحوالي ٧ اضعاف الشاشة المستعملة .
- المقاومات ذات الفولتية العالية .
- الميكرسكوب الالكتروني : مصدر ضعيف للاشعاع .
- اجهزة فحص الحقائب في المطارات : وهي اداة فحص تعتمد على الاشعة السينية x.ray fluoroscope ، لمعرفة محتويات حقائب المسافرين ، ويكون المسافر على مسافة قريبة اثناء فحص الحقائب ، لهذا يعتبر هذا الجهاز مصدرا آخر لتعرض الانسان لمخاطر الاشعاع .
- اجهزة فحص المسافرين : تستعمل الاشعة السينية لفحص المسافرين للتاكد من عدم حملهم اية مادة مصنوعة من المعادن ، بشكل اسلحة او آلات جارحة(١ ميللي ريم) .

٧ . مصادر التعرض للاشعاع في السلع الاستهلاكية .

- الاجهزة ذات الارقام المضيئة : يستعمل الراديوم ٢٢٦ ، البروميثيوم ١٤٧ ،

التريتيوم بصورة كبيرة في صناعة اصباغ الارقام لغرض اضاءة اجهزة قياس الزمن حيث يحول الاشعاع المبعث الى ضوء .

ومن الامثلة على ذلك :

الساعات اليدوية تكون حاوية على التريتيوم

الساعات المنضدية تحتوي على البروميثيوم والراديوم .

- الاجهزة الكهربائية مثل موانع الكهرباء ، يستخدم البولونيوم ٢١٠ .
- كواشف الدخان ، يستعمل الايسيوم ٢١٤ .
- السيراميك والادوات الزجاجية (العدسات الزجاجية تحتوي على تراكيز من اليورانيوم والثوريوم) .

- صناعة الخزف
- صناعة الاسنان الاصطناعية .

٨ . التعرض المهني Occupational Exposure

هم الاشخاص العاملون في مجال الاشعة المؤينة ، ومن امثلة ذلك :-

- العاملون في المجال الطبي ويستخدمون الاشعة السينية والنظائر المشعة .
- العاملون في المجال الطبي العلاجي الاشعاعي (العلاج بالاشعة) .
- العاملون في المختبر ويستعملون النظائر المشعة .
- العاملون في المجال الصناعي ويستخدمون اشعة جاما ، الاشعة السينية .
- العاملون في المجالات والمحطات النووية .
- العاملون في المجال البيئي استعمال اشعة جاما ، ومن استعمالاتها القضاء

على الكائنات المرضية وذلك بانتاج ذكور عقيمة تنافس الذكور غير العقيمة وبهذا تقلل الحشرات المرضية .

- العاملون في الأمن- وذلك باستعمال الاشعة السينية مثل العاملين في المطارات .

٩ . التعرض للاشعاع في المجال الاشعة التشخيصية والعلاجية

- تستعمل الاشعة السينية ، او النظائر المشعة
- يتعرض الانسان بجرعة اشعاعية معينة عند عمل صور اشعاعية للتشخيص ، وذلك بالاشعة السينية او النظائر المشعة .
- يتعرض الانسان للاشعة نتيجة استخدامها من ناحية علاجية .
- يتعرض الانسان للاشعة نتيجة عمل فحوصات مخبرية معينة وذلك باستعمال النظائر المشعة .

١٠ . التعرض للاشعاع من النفايات المشعة :-

النفايات المشعة وهي النفايات المتخلفة بعد استخدام النظائر ، وكذلك الناتجة عن المفاعلات النووية يؤدي الطرح المستمر للمستويات الواطئة للمخلفات الاشعاعية في البيئة الى زيادة تعرض عدد من السكان الى هذه المصادر ، وتقدر بحوالي ٢ ميكروسيفرت / سنة ، ولكن يبدو من المؤكد ان هذا الرقم سيرتفع ما دام بناء المحطات النووية في تزايد السبب ، فهناك سيطرة جد صارمة لاحتواء طرح المخلفات الاشعاعية في البيئة .

١١ . التعرض للاشعاع نتيجة تساقط غبار ذري

وهو ناتج عن التفجيرات النووية حيث ينتشر هذا الغبار الى مسافات بعيدة ثم

يتساقط على جميع دول العالم ، وأهم نويدتين هما السترونتيوم ٩٠ (عمر النصف ٢٨,٨ سنة) والسيزيوم ١٣٧ . (عمر النصف ٣٠ سنة) ، يتركز السترنتيوم ٩٠في الجمجمة بينما يتوزع السيزيوم ١٣٧ بانتظام في خلال الجسم .

تتسرب بعض النويدات المشعة الناشئة خلال التجارب النووية الى طبقة التروبوسفير على ارتفاع ٤٠٠٠٠ - ٦٠٠٠٠ قدم وتحوم حول الارض عدة مرات حتى تعود بالتدريج الى الارض خلال عدة سنوات وبالتالي فهي تؤدي الى جرعة لا يستهان بها على سكان العالم . ان جرعات النويدات المتسربة الى طبقة التروبوسفير تصل قمتها خلال فترة وجيزة بعد كل تجربة للاسلحة النووية .

١٢ . التعرض السكاني الناتج عن بناء المفاعلات النووية والمعجلات Accelerators.

ارقام مهمة ليست للحفظ ولكن للملاحظة

* التعرض الاشعاعي الطبي والعلاجي من جراء الفحوصات الشعاعية يساوي حوالي ٢٥٠ ميكروسيفرت لكل سنه .

نوع الصورة	Effective dose
صورة الامعاء الغليظة الملونة Ba Enema تعطي	10 m Sv/ year
صورة الامعاء الدقيقة والمعدة Ba Meal تعطي	4 m Sv
صورة العمود القطني (ثلاثة افلام) L.S.S تعطي	3 m Sv
صورة الجهاز البولي الملونة I.V.U ستة افلام تعطي	4.5 m Sv
صورة الجمجمة Skull	1 m Sv
الصدر Chest	0.05 Sv

* من التفاعلات النووية Fallout from muclear Weapon testing

تقدر الجرعة الاشعاعية السنوية حوالي 10 γ Sv (١٠ ميكروسيفرت)

ومن مخلفات التفاعلات النووية 1.5 γ Sv سنوياً .

* التعرض المهني

- العاملون في المجال الطبي Medical Worker ، يتعرضون لجرعة اشعاعية سنوية حوالي 0.7 m Sv

- العاملون في المجال الصناعي 1.7m Sv

- العاملون في المجال الصناعي النووي 2.5 m Sv .

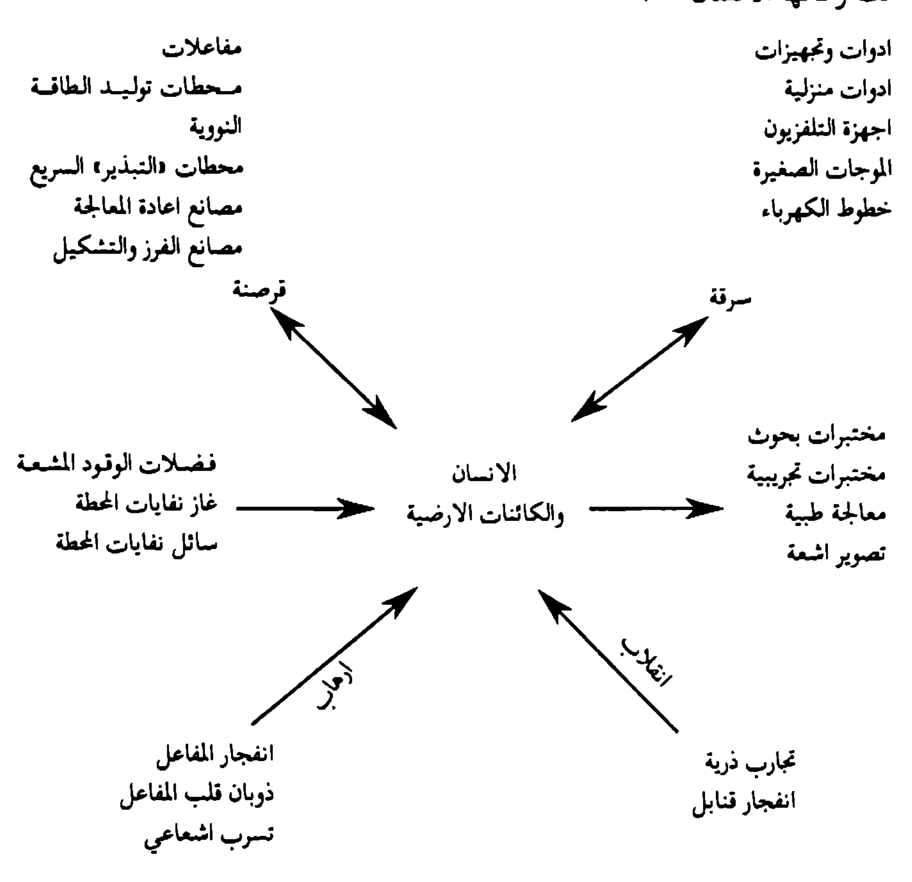
*متفرقات من التلفزيون ، الفحم ، السفر وغيرها ، وتكون الجرعة السنوية الاشعاعية حواليSv γ 11. (١١ ميكروسيفرت)

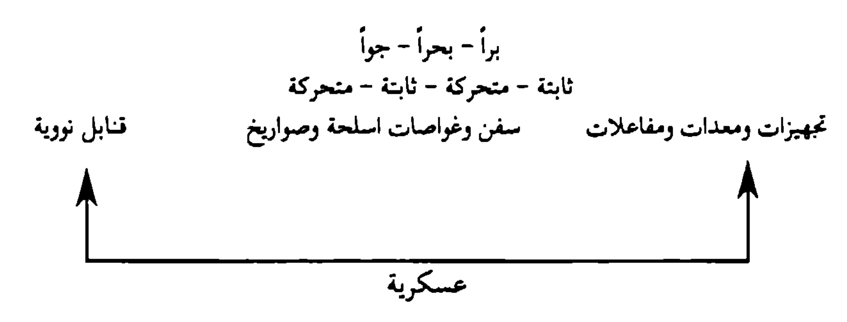
* من حادثة تشرنوبل (التي حدثت عام ١٩٨٦) ، حوالي 70γ Sv/ year وكل سنة متتالية حوالي 100 γ Sv / year .

* مجموع التعرض الاصطناعي الاشعاعي سنوياً Artificial Sources ، يساوي 280 γ Sv ، وفي المجال الطبي 250 γ Sv ، 30 γ Sv في المجال غير الطبي .

* مجموع التعرض للمصادر الطبيعية سنوياً حوالي 1870 γ Sv .

مخطط لمصادر الاشعة والتي من صنع الانسان ، الثابتة والمتحركة التي يرزح تحت وطأتها الانسان [١] .





(١) سعود رعد ، الاشعاع النووي ؛ قصة تشيرنوبيل ومستقبل البشرية ، ص ٢٠٢ .

الوظيفة	عدد العاملين في القوة المكشوفة	جداول رئيسي - كل الجسم الذي يكشف القوة الكائنة في الاشخاص	عدد العاملين المقاسين	الجداول الرئيسي- كل جسم الذي يقيس	الكشف الكلي
المجال الطبي	٥٤٦,٣٠٠	٩٠	١٦١,٨٠٠	٣٢٠	٥١,٤٠٠
المستشفى العيادة	١٠٠,٠٠٠	٢٢٠	٥٥,١٠٠	٤٠٠	٢٢,٠٠٠
طب خاص (ممارسة)	١٣٧,٨٠٠	١٦٠	٥٣,٣٠٠	١٤٠	٢١,٧٠٠
اسنان	١٤,٦٠٠	٢٠	٤١,٤٠٠	١٤٠	٥,٨٠٠
يدويا	١٨,١٠٠	٣٠	٣,٧٠٠	١١٠	٤٠٠
تقويم العمود الفقري	١٠,١٠٠	٨٠	٦,٢٠٠	١٣٠	١,٤٠٠
طبيب بيطري	٢٠٠,٨٠٠	١٠	٢,١٠٠	٣٠	١٠٠
معالجة الاقدام	١١,٠٠٠	١٣٠	٤٩,٢٠٠	٥٢٠	٢٥,٦٠٠
الصناعي	١٧٠,٠٠٠	٢٩٠	٩,٧٠٠	٥٨٠	٥,٧٠٠
تصوير صنعي	١٨٦,٨٠٠	٢٤٠	٤,٧٠٠	٥٦٠	٢,٧٠٠
التصنيع والتسويق	٩٢,٥٠٠	١٠٠	٣٤,٨٠٠	٥٠٠	١٧,٣٠٠
حكومة	١٣,٤٠٠	١٢٠	٩٩,٧٠٠	٢٣٠	٢٣,١٠٠
وزارة الطاقة	٧٤,٢٠٠	١٥٠	٤,٧٠٠	٣٠٠	١١,٨٠
وزارة الدفاع	٣٠٠	١١٠	٣٤,٨٠٠	١٨٠	١٠,١٠٠
الوقود النووي	١١,٤٠٥	٩٠	٩٩,٧٠٠	٢٨٠	١,٣٠٠
المناجم	٥٤,٧٦٣	٣٤٠	٣٩,٤٥١	٦٣٠	٢٤,٩٠٠
التصنيع اعادة المعالجة	٧,٤٧١	٢٠	٥٥,٨٠٠	٥٠	٦
الطاقة والنووية	٣٠٠	٢٧٠	٤,٤٠٠	٥٦٠	٣,١٠٠
مخلفات	٩٨,٨٠٠	٣٩٠	١٠٠	٧٦٠	٢٤,٧٠٠
كلية جامعة متوسطة	٧,٠٠٠	٥٠	٤,٤٩٥	٧٠	٤٠٠
جامعة	١٧,٨٠٠	٣١٠	٢٨,٠٣٤	٩٢٠	٧٠
النقل	٧٧,٠٠٠	٤٠	٥,٦٦١	٢٠٠	٣,٨٠٠
	١,١٠	٦٠	١٠٠	١٧٠	٤٠٠
	٦,٩٠٠	٨٠	١٩,٠٠	٢٣٠	١,١٠٠
		٣٠	٢,١٠٠	٢٠٠	٢,٣٠٠
		١١٢٠	٤,١٠٠	٣٥٠	١٢٨,٨٠٠
المجموع			١١,٨٠٠		

المصدر : تأثير اشعاعي قليل . حصر من لجنة فرعية تبحث في مخاطر الاشعاعات (نيويورك ، جمعية الطب النووي ، ١٩٨٢ ، ص ٣-٢٣ الى ٣ -٢٣) .

معدلات التعرض المهني في الولايات المتحدة سنة ١٩٧٥ .

البـــاب السابـــع

طرق قياس وكشف الاشعاع

مقدمة

لوحة الفيلم الحساس

العدادات الوميضية

مقياس التألق (التلألؤ) الحراري

عداد ايوديد الصوديوم

طرق قياس وكشف الاشعاع

Radiation Measurement and Detection

مقدمة

ان قياس الاشعاع مطلوب في جميع مجالات استخدام انواع الاشعاع المؤين سواء كان تشخيصياً أو علاجياً أو كبحث ، في الدراسات العلمية ، وعند تشغيل المفاعلات لانتاج الطاقة ، وللوقاية من مخاطر الاشعاع .

تجري معظم القياسات الكمية لكميات الاشعة المؤينة لغرض ايجاد او استعمال العلاقة العددية بينها وبين التأثيرات البيولوجية والكيماوية والفيزياوية المتولدة بفعل الاشعاع .

يتألف أي نظام لقياس الاشعاع من قسمين : الاول وهو الكاشف (Detectors) ، والآخر وهو جهاز القياس Measuring apparatus ان تفاعل الاشعاع مع الكاشف اما ان يولد اشارة في الكاشف او انه يولد تغيرا في خواصه .



صورة تبين أحد اجهزة منبهات الاشعة المؤنية

تستعمل الكواشف الاشعاعية في :-

- الكشف عن المنطقة التي يوجد فيها اشعاع .
- ايجاد عدد الجسيمات النووية التي تسقط على الكاشف في كل ثانية او فترة من الزمن .
- تحديد نوع وطاقة الجسيمات .
- تحديد اللحظة التي تصل فيها الجسيمات الى الكاشف .
- تحديد مقادير الجرع الاشعاعية من قبل العاملين بالاشعاع ، وتفادي التأثيرات البيولوجية للاشعاع ان امكن .
- امكانية دراسة الوقاية الاشعاعية .
- تحديد الجرعة الاشعاعية ، وامكانية تحديد التأثير الضار للاشعاع .

يعتمد نوع الكاشف المستخدم على عدد من العوامل هي :

١ . نوع الاشعاع المطلوب قياسه ، كالالكترونات ، او اشعة جاما ، الاشعة السينية ، أو النيترونات .

٢ . طاقة الاشعاع .

٣ . شدة الاشعاع .

٤ . الوسط الذي سيستعمل فيه الكاشف .

٥ . شكل المصدر المشع .

هذا ويتم اختيار نوع جهاز القياس والكشف لتحقيق هدف معين وبالدقة المطلوبة .

وتعتمد الكواشف على التاثيرات الفيزيائية او الكيماوية للاشعاع المؤين والتي يمكن تلخيصها بما يلي :-

- التأين في الغازات (غرفة التأين ، العداد التناسبي ، عداد جايجر مولر) .
- التأين او التهيج في المواد الصلبة (كشافات الوميض ، مقياس التألق (التلألأ الحراري) .
- التغيرات في التراكيب الكيماوية (الاثر الفوتوغرافي (لوحة الفيلم الحساس) .
- التنشيط النيوتروني .

تستخدم الأجهزة المبينة على أساس تأين الغاز في غالبية أجهزة المراقبة في الفيزياء الصحية ، وتبدي بعض انواع المواد الصلبة البلورية في التوصيل الكهربائي وتساهم في قابلية الاثارة ومن ضمنها التلألؤ والوميض الحراري والاثر الفوتوغرافي ، وتتوفر اجهزة الكشف التي تعتمد على تغيرات كيميائية التي يمكن قياسها ولكنها اقل حساسية ، أما الطريقة المستعملة للنيوترون فانها تعتمد على التنشيط الاشعاعي الناتج عن تفاعلات .

الفصل الاول

لوحة الفيلم الحساس Film badge

- اكثر الوسائل انتشارا لقياس الجرعة الشخصية .
- يتكون هذا المقياس من :-

١ . حافظة بلاستيكية : علبة رقيقة من البلاستيك تحتوي على عدة فتحات ونوافذ ، والبلاستيك المستعمل عددة الذري صغير Low atomic Number ، لترشيح الاشعاعات ذات الطاقة البطيئة .

٢ . فيلم حساس للاشعة (فيلم فوتوغرافي) .

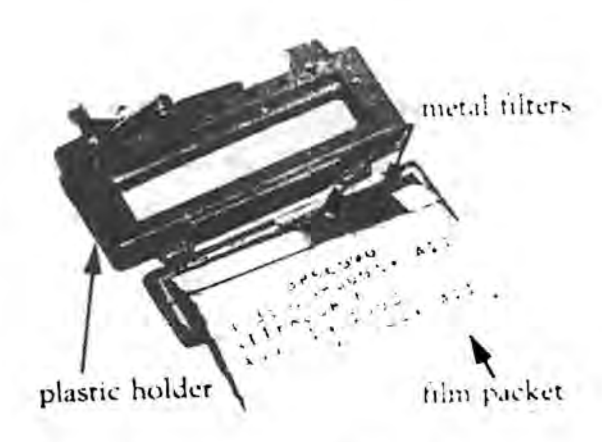
٣ . مرشحات لامتصاص انواع من الاشعاعات دون الاخرى ، ومن امثلة ذلك :-

- مرشحات من الكادميوم لقياس النيوترونات البطيئة .

- مرشحات من الرصاص لقياس اشعة جاما .

- مرشحات من الالمونيوم والهدف منها التفريق بين الاشعة السينية واشعة جاما .

- فتحات لمرور اشعة بيتا .



صورة تبين لوحة الفيلم الحساس ومكوناته

- **طريقة عمل المقياس**

- عند مرور الاشعاعات في هذا الفيلم تتكون حبيبات صغيرة من الفضة المعدنية ، وعند معالجة الفيلم باحماض الاظهار والتثبيت تظهر حبيبات سوداء على الفيلم في الاماكن التي تعرضت للاشعاع ، ويسّود الفلم الفوتوغرافي ، ويتناسب اسوداد الفيلم مع كمية الاشعاع التي تسلمها الشخص ورسم منحنيات لكل نوع من الافلام كعلاقة بين درجة اسوداد الفيلم والجرعات الاشعاعية المختلفة .

ان تحديد مقدار الجرعة الاشعاعية المستلمة (كمية الاشعاعات) يتم من خلال جهاز مقياسي الاسوداد ، وذلك بواسطة منحنيات يتم تجهيزها وذلك بتعرض عدد من الافلام لجرعات اشعاعية محددة ورسم العلاقة بين درجة العتامة والجرعة الممتصة .

- بوجود المرشحات والنوافذ في الحافظة البلاستيكية تستطيع التفريق بين انواع الاشعة المختلفة .

فيتم مثلا الكشف عن اشعة بيتا في جزء الفيلم الواقع تحت الفتحة الموجودة . اما اشعاعات جاما فتقاس تحت النافذة المثبت فيها قطعة الرصاص ، فالنيوترونات تتفاعل مع الكادميوم وتمتص فيه وينتج عن ذلك اشعاعات جاما تزيد من اسوداد هذا الجزء من الفيلم .

- هذا المقياس ذو الفيلم الحساس ، يستطيع قراءة تعرض الانسان لاشعة واطئة قليلة من ١٠ مللي ريم (٠,٠٠١ سيفرت ، او ١ر مللي سيفرت) الى جرعة عالية قدرها ٥٠٠ ريم (٥سيفرت او ٥٠٠٠ مللي سيفرت) .

- من حسنات لوح الفيلم الحساس : Advantages

- خفيفة الوزن ومتينة وسهلة الحمل .
- تستعمل لمراقبة عدد كبير من الاشخاص .
- تستعمل لتسجيل تعرض الاشعة الواطئ لفترة طويلة من الزمن .
- تستطيع قراءة تعرض اشعة قليل او كبير بثقة .
- لا يتاثر عمل المقياس عادة بالعوامل الخارجية مثل الحرارة ، الرطوبة الصدمات الميكانيكية .
- بواسطة المرشحات في المقياس ، تستطيع تحديد امكانية اتجاه الاشعة الاتية .

- بواسطة المرشحات تستطيع التفريق بين التعرض للاشعة المتبعثرة ، والتعرض للاشعة الاولية .Single primary beam

- تستطيع مراقبةالاشعة السينية ، اشعة جاما ، وانواع الاشعاع الاخرى ، الا ان مراقبة اشعة بيتا الواطئة الطاقة قراءتها غير موثوق فيها .

- تستطيع التفريق بين انوع وطاقة الاشعاع من اشعة سينية ، اشعة جاما ، واشعاعات بيتا .

● من مساوئ لوحة الفيلم الحساس Disadvantages

- تستطيع فقط تسجيل تعرض الاشعة للمنطقة المعرضة ، ومكان حمل المقياس .

- الحرارة والرطوبة ، قد تسبب الضباب للفيلم في هذا المقياس ، خاصة اذا حمل لفترة طويلة ، وبهذا يعطي قراءة خاطئة .

- تقل حساسية المقياس عند طاقة اقل او اكثر من ٥٠ كيلو الكترون فولت .

الفصل الثاني

العدادات الوميضية Scintillation counters

هناك العديد من المواد يمكن تحفيزها فتصبح متوهجة عند تعرضها للاشعة المؤنية وتنتج وميض او بريق ضوئي خلال زمن لايتجاوز ميكرو ثانية واحدة من لحظة الاثارة . المواد المستعملة في صنع الكواشف او العدادات الوميضية هي اما مواد غير عضوية ، مثل ايوديد الصوديوم ، او ايوديد الليثيوم ، او مواد عضوية على اشكال متعددة بلورية او بلاستيكية او سائلة او غازية .

كمية الضوء المتحرر عند تصادم جسيمة بمادة فسفورية تتناسب مع الطاقة المترسبة (وهي مفيدة بشكل خاص لتحديد طاقات الجسيمات) .

ومن امثلة العدادات الكواشف الوميضية :

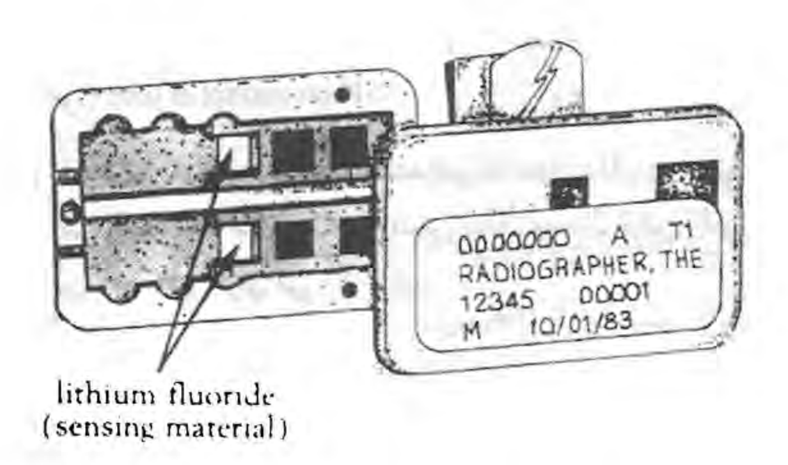
١ . معيار او مقياس التالق الحراري Thermoluminescent dosimeter

٢ . عداد ايوديد الصوديوم .

مقياس التألق (التلألؤ) الحراري Thermoluminscent dosimeter

- استعملت هذه الطريقة في قياس الاشعاع المؤين من قبل العالم توسي Tousey ومساعديه في سنة ١٩٥١ ، حيث تم قياس الاشعة السينية بالاضافة الى الاشعة فوق البنفسجية .

- يتكون المقياس ، من مادة متبلورة بشكل بودرة او رقاقات chips من فلوريدات الليثيوم Lithium Flouride ، ويمكن استخدام مواد اخرى مثل بورات الليثيوم Lithium borate ، فلورايد الكالسيوم Calcium Flouride ، وسلفات الكالسيوم Calcium Sulfate .



صورة لمقياس التألق الحراري مع بعض مكوناته

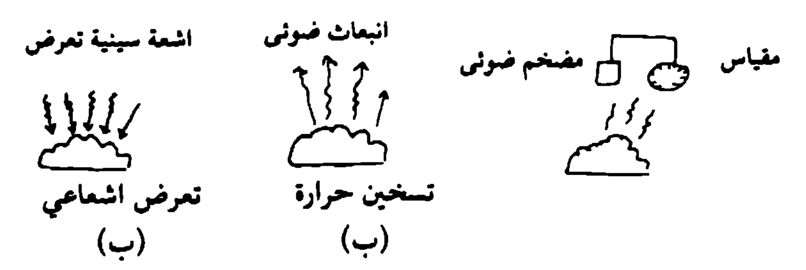
- ومادة فلوريد الليثيوم هي اكثر المواد شيوعا في الاستخدام لقلة عددها الذري الذي يقارب معدل العدد الذري للانسجة الحية ، وان كمية الطاقة التي يمتصها حجم معين من مادة فلوريد الليثيوم عند تعريضها للاشعة المؤينة لا تختلف كثيرا عن كمية الطاقة التي يمتصها نفس الحجم من الانسجة الحيوية (الحية) .

- طريقة عمل المقياس :

عند سقوط الاشعاعات المؤينة على المقياس تنتقل طاقتها الى الالكترونات البلورية فتنتقل هذه الالكترونات الى مستوى اعلى للطاقة ، وعند تسخين المادة الى درجة حرارة عالية (حوالي ٢٠٠) تعود الالكترونات الى المستوى الاصلي وينتج عن ذلك انبعاث الطاقة على شكل ضوء مرئي .

تتناسب كمية الضوء الصادرة عند تسخين المقياس مع كمية الطاقة الممتصة من الاشعاعات ، ولهذا فانه عند قياس كمية الضوء الصادر عن تسخين المادة ، يمكن تحديد الجرعة الاشعاعية الممتصة . وتقاس كمية الضوء بواسطة جهاز خاص يحتوي على انبوب التضاعف الضوئي (مضخم الضوء) Photomultiplier tube .

- بهذا المقياس ، يمكن تعيين مقدار التعرض للاشعة بدقة ، ويستطيع قياس تعرض اشعة قليلة مثل ٥ مللي رونتجن بدقة . ومجال قياس الجهاز واسع ما بين ١ر٠ مللي جراي الى ٢٠ جراي .



تبين طريقة العمل لمقياس التألق الحراري بخطواته الثلاثة

● من حسنات المقياس

- تتفاعل بلورات فلوريد الليثيوم مع الاشعة المؤنية ، كما تتفاعل مع الخلايا او الانسجة الحية ، ولهذا تعطي قراءة دقيقة للتعرض .
- سهولة حمل الجهاز وصغر حجمه .
- لا يتاثر المقياس بالتغير بالرطوبة والضغط ، ودرجة الحرارة العادية .
- يمكن ان حمل الجهاز لمدة ثلاثة اشهر .
- عند اخذ القراءة يستعمل المقياس مرة اخرى .
- ذو حساسية عالية
- يمكن تصنيفه باشكال مختلفة حسب الطلب .
- نسبة الخطا تتراوح ما بين ± ٥٪ .

● من سيئات الجهاز (المقياس) .

- غالي الثمن .
- يسجل فقط المنطقة المعرضة للاشعاع .
- يحب أخذ القراءات مباشرة ، والا فان النتائج تفقد اذا استعمل اكثر من مرة .

- يجب ان يكون معيار المقياس Calibrated TLD جاهزا ، ومحضرا ، عندما تُقرأ مجموعات من هذا المقياس .

- يستخدم فلوريد الليثيوم لقياس الاشعاع في الانسان .
- تستخدم بلورات الليثيوم لقياس الاشعاع في الابحاث
- تستخدم سلفات الكالسيوم وفلوريد الكالسيوم لقياس ومراقبة البيئة من الاشعاع .

عداد ايوديد الصوديوم Na I (T1)

- هو احد انواع الكواشف او المقاييس أو العدادات الوميضية Scintillation counters.
- يستعمل هذا النوع من العدادات لقياس مقدار الاشعة المؤينة في حيز معين ولحظة معينة من الزمن ويمكن استخدامه لقياس أشعة جاما ، او اشعة الدقائق المشحونة (مثل الفا ، بيتا) ويستعمل في هذا الحالة بلورة تحتوي على خليط من كبريتيد الخارصين والبارافين لاحتوائه على نسبة عالية من الهيدروجين ، وعند اصدام النيترون بالهيدروجين ينطلق البروتون الذي يسجل في الكاشف .
- تستخدم مادة ايوديد الصوديوم المنشطة بعنصر الثاليوم Na I (T1) في شكل متبلور كمادة وميضية للكشف عن اشعة جاما .
- عند مرور الاشعاع المؤين في بلوريد ايوديد الصوديوم ، تعمل على اثارة الالكترونات وتمتص هذه الالكترونات طاقة الاشعاع المؤين ، وتترك اماكنها من البلورة مخلفة فجوات ، ولكن هذه الالكترونات تميل للعودة الى هذه الفجوات ، وتطلق طاقة مشعة (فوتونات باطوال موجية قصيرة لا يمكن

رؤيتها) على شكل ضوء غير مرئي ، وتقوم مادة الثاليوم بامتصاص هذا الضوء غير المرئي ، وتقوم بدور الوسيط اذ يعطي الالكترون بعضا من طاقته الى ذرة الثاليوم مسببا تهيجها ، وللتخلص من الطاقة الاضافية تشع ذرة الثاليوم فوتونا يقع اعتياديا طول موجته ضمن المنظور الذي يمكن قياسه باجهزة قياس الضوء التي تربط اعتياديا مع البلورة .

- يعتبر هذا النوع من العدادات اكثر الانواع شيوعا في الاستعمال عند القياس المباشر .
- هذا العداد رخيص نسبيا ، ولا يحتاج الى الكثير من الادامة .
- سيعمل هذا العداد للكشف عن مختلف انواع الجسيمات المشحونة ، إلا أنه يستخدم بشكل خاص في الكشف عن اشعة جاما . ويمتاز بكونه يستطيع التمييز بين انواع الاشعاعات بخلاف عداد كايكر الذي يعجز عن ذلك .

الفصل الثالث

العدادات الغازية Gas counters

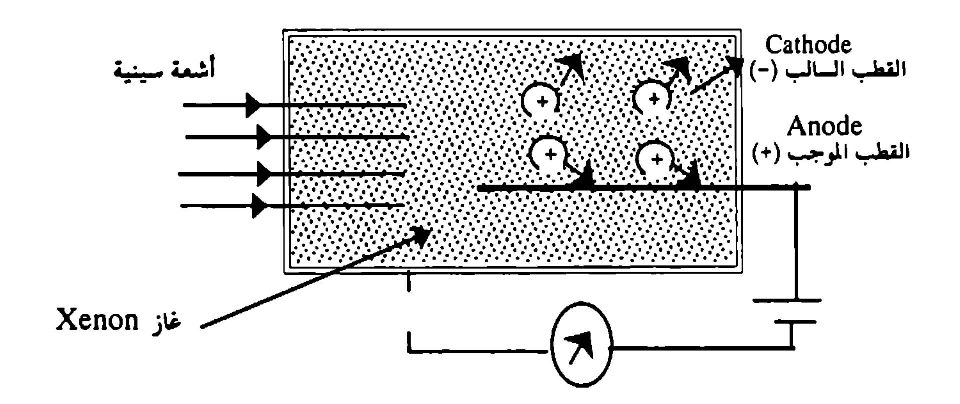
حجرة التأين Ionization chamber

تتكون حجرة التأين من حجرة مملوءة بالغاز (مثل غاز Xenon) ، ولها قطبان أحدهما القطب الموجب Anode ، يوكون موجوداً على شكل سلك يدخل الى منتصف الحجرة ، والقطب السالب cathode ويكون ممثلا الجزء الداخلي للحجرة والقطبان تحت فرق جهد .

عند مرور الاشعة المؤينة مثل الاشعة السينية ، أو أشعة جاما أو غيرها الى الحجرة ، فانها ستنتج مقداراً معيناً من التأين في الغاز ، والايونات الموجبة والالكترونات تنجذب نحو الاقطاب السالبة والموجبة على التوالي . فاذا كانت الفولتية عبر الحجرة الاسطوانية قليلة ، فان الشحنات ستنتقل خلال الغاز وتتجمع على القطبين ، ويمر تيار ذو استدامة قصيرة (نبضة pulse) عبر المقاومة وفي جهاز

القياس ، وفي أغلب الاحيان يحتاج الى دوائر لتكبير النبضة . ان عدد نبضات التيار هو مقياس لعدد الجسيمات الساقطة التي تدخل الى الكاشف .

ان حجرة التأين لها مساوىء ، منها ، عدم كفاءتها بسبب قلة كثافة density الغاز اذا قورنت بالمواد الصلبة ، ولهذا فان عدداً من فوتونات الاشعة السينية تمر في حجرة التأين دون أن تُكتشف ، وان التغلب على هذه السيئة استعمل غاز Xenon وهو غاز خامل وثقيل ، وكذلك ضغط الغاز الى ٢٥ ضغط جوي ، وكذلك استعمال حجرة تأين طويلة لاكتشاف عدداً أكثر من الفوتونات التي تمر في خلالها .



صورة تبين حجرة التأين

واذا ما ازدادت الفولتية الى درجة كبيرة ، فان الالكترونات الناتجة بواسطة الاشعاع الساقط خلال حجرة التأين تكون قادرة على اكتساب سرعة كافية لحدوث تأين اضافي في الغاز ، ومعظم هذا العمل يحدث قرب القطب المركزي ، حيث المجال الكهربائي أعلى ما يمكن . وتكون نبضات التيار أكبر بكثير من نبضات حجرة التأين العادية ، وذلك بسبب تأثير التكبير ، عندما يتناسب التيار مع العدد الاصلي للالكترونات الناتجة بواسطة الاشعة الساقطة ، وان هذا الكاشف في هذه الحالة يسمى بالعداد التناسبي Proportional counter . يمكن التمييز بين مرور

جسيمات بيتا ، وجسيمات الفا خلال الكاشف التي تكون لها قابلية مختلفة تماماً على التأين .

واذا ما استمرت الفولتية المسلطة على الانبوب بالازدياد ، فإن أي جسيمة او أشعة ومهما كانت طاقتها سوف تبدأ بالتفريغ ، حيث يكون عدد الشحنات الثانوية كبير الى درجة بحيث تكون هي المهيمنة على عملية التفريغ . والتفريغ الكهربائي يتوقف بنفسه بسبب توليد ايونات موجبة قرب القطب الموجب Anode ، والتي تعمل على تقليل المجال الكهربائي هناك الى درجة بحيث ان الالكترونات لا تستطيع ان تحدث تأيناً اضافيا ، عندئذ تكون نبضات التيار بنفس الحجم بغض النظر عن كيفية تكونها . والكاشف الذي يعمل بهذا الاسلوب يسمى عداد كايكر - مولر Geiger-Müller counter .

البــاب الثامن

الوقايـــة مـــن الاشعـــاع

Radiation Protection

الوقاية من الاشعاع

Radiation Protection

لقد لاحظنا ان التأثيرات البيولوجية التي يسببها الاشعاع كثيرة ومتشعبة ، ولهذا يجب التأكيد على اهمية الوقاية والتعامل مع مصادر الاشعاع المختلفة بيقظة وحذر كبيرين ، ووفق شروط خاصة تضمن سلامة الناس العاملين في مجال الاشعاع ويمكن تأمين السلامة الأشعاعية باستخدام طريقة أو أكثر من الطرق للوقاية من الإشعاع .

لقد ذكرت الوكالة الدولية للوقاية من الاشعاع اهدافها الاساسية للحماية من تاثيرات الاشعاع وهي :-

١ . منع التأثيرات الحادة والاولية من الاشعاع Early and Acute Radiation Risks.

٢ . تخفيض حدوث التأثيرات الاحتمالية الى مستويات أقل بصورة كافية لكي تصبح مقبولة ، لأن التأثير الرئيس للجرعة المنخفضة يتمثل في تعاظم احتمال ظهور أورام سرطانية لدى المتعرض ، او تأثيرات وراثية تظهر في أجيال لاحقة .

٣ . منع حدوث التاثيرات غير الاحتمالية الضارة للاشعاع مثل عتمة عدسة العين .

وللوصول لهذه الأهداف وضعت اللجنة توصيات منها :-

١ . تبرير الممارسة ، وهذه ان تكون الفائدة النهائية من الممارسة اكبر بكثير من النفقات والمصاريف لعمل نظام وقائي اثناء العمل ، وكذلك تكون الفائدة أكبر بكثير من الضرر الناجم عن الممارسة .

ولا يعطى ترخيص لاي ممارسات تتضمن التعرض للاشعاعات المؤينة الا اذا نتج عن ذلك فائدة موجبة .

٢ . يجب أن يكون التعرض للاشعاع على اقل ما يمكن منطقيا مع الاخذ بعين الاعتبار العوامل الاقتصادية والاجتماعية ، وتقليل الاشعاع لاقل ما ينبغي هو مبدا جديد اطلق عليه اسم ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

٣ . يجب ان لا يستلم العاملون في المجال الاشعاعي جرعة تتعدى حدود التعرض للاشعاع الموضوعة من قبل اللجنة الدولية ، وتعتبر هذه هي الحدود ، ولا يجوز تعديها باي شكل من الاشكال .

وهذه تهدف الا تزيد الجرعة المكافئة للافراد من تعرضات داخلية وخارجية عن الحد السنوي الموصل به ، فمثلا حددت الجرعة المكافئة للعاملين في حقل الاشعاع بـ ٥٠ مللي سيفرت/سنة ، اما بالنسبة لغير العاملين في حقل الاشعاع فقد حددت بـ ٥ مللي سيفرت /سنة .

ان احترام هذه الحدود وعدم تجاوزها تقع على عاتق الجهات المسؤولة من تنظيمات الوقاية ومراقبة تنفيذها . وانطلاقا من مبدأ تقليل التعرض فان الجهات المسؤولة تضع قيودا اكثر لتقليل حدود الاضرار الناجمة عن الممارسات الاشعاعية .

هناك طرق عديدة تساعد في تحقيق السلامة والوقاية الاشعاعية لتحقيق اهداف الوكالة الدولية للوقاية من الاشعاع ، وكذلك الوصول لهذه الاهداف عن طريق انجاز توصياتها :-

١ . دور الطبيب المعالج : Role of the referring physician

يجب أن يكون دور الطبيب المعالج ، دور فعّال في الوقاية من الاشعاع ، وذلك باعطاء القصة المرضية بوضوح على الطلب الشعاعي لحل مشكلة مريضة ، ويجب ان

تشارك هذه الاشعة بشكل ملموس ، وواضح في علاج مشكلة المريض . وكذلك يجب ان يتعاون اختصاصي الاشعة والطبيب المعالج لعمل اللازم ، واختصار الطريق على المريض والطبيب المعالج لما فيه مصلحة المريض .

٢ . دور اختصاصي الاشعة Role of Radiologist

- استشارة الطبيب المعالج لاختصاصي الاشعة لما فيه مصلحة المريض .
- مسؤلية طبيب الاشعة ، عندما تكون المعلومات على طلب الاشعة غير كاملة وواضحة ، وامكانية رفضه للتصوير حتى تُعبأ الطلبات بشكل كامل ولما فيه مصلحة المريض .
- الأخذ بعين الاعتبار الطريق الاقصر والفعال لمصلحة المريض ، ويجب أن تأخذ بعين الاعتبار ما يتعرضه المريض للاشعة .
- عدم تصوير المرأة الحامل الا للضرورة القصوى .
- ادخال كل وسائل التقدم التكنولوجي ما امكن ذلك ، وتفعيلها في مصلحة المريض ، مع الأخذ بعين الاعتبار التقليل من الاشعة ما امكن .

٣ . العوامل الفيزيائية والتقنية Technical and Physical factors

- **تأثير المسافة Effect of Distance**

للوقاية من الاشعاع يمكن الاستفادة من حقيقة ان شدة الاشعاع تقل كلما ازدادت المسافة عن مصدر الاشعاع ، وان الشدة تتناسب عكسيا مع مربع المسافة .

وباهمال توهين الاشعاع Attenuation بواسطة الهواء يكون معامل تقليل الاشعاع حسب قانون التربيع العكسي هو $\frac{1}{\text{مربع المسافة}}$ بين الشخص ومصدر الاشعاع .

معظم صور الاشعة تُعمل على بعد متر واحد من مصدر الاشعة السينية ،

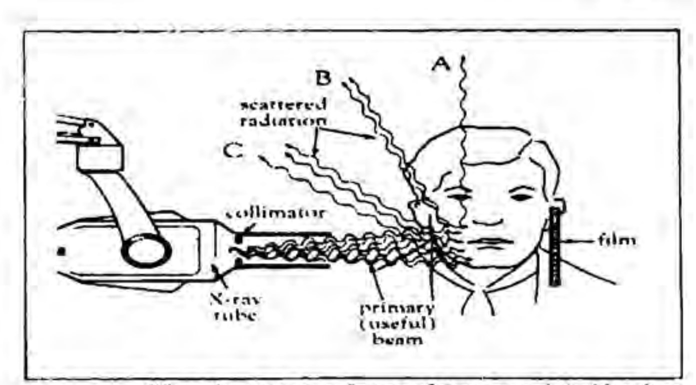
صـورة الصـدر تعـمل على بعـد ٨ر١م ، امـا عند اسـتـعـمـال التـنظيـر الفلوري Fluoroscopy ، فيكون على بعد حوالي ٤٦ر٠ م .

في حالة التصوير باستخدام الاجهزة المتنقلة ابتعد عن المريض مسافة مترين على الاقل مع ارتداء المريول الرصاصي او الوقوف خلف حاجز واق واحرص ان لا تعرض المرضى الاخرين لحزمة الاشعة وان لا تقل المسافة بين انبوب الاشعة الموجهة للمريض عن ٣٠ سم .

- الدروع Shielding

الحاجز او الدرع الواقي هو عبارة عن مواد توضع بين المصادر المشعة وجسم الانسان ، للحصول على جرع اشعاعية ضمن الحدود المسموح بها ، وتعتمد انواع الحواجز وسمكها على نوع الاشعاع والنشاط الاشعاعي والطاقة .

عادة تكون الحواجز من المواد الصلبة مثل الرصاص ، الاسمنت ، الفولاذ او مواد سائلة مثل الماء .



. When the protective factors of distance and shielding have been accounted for, the radiographer will receive the least amount of scattered radiation by standing at right angles (90°) to the scattering object (the patient) [in position A]. The most scattered radiation would be received at point C because of backscatter coming from the patient. (Intensity or quantity of X-ray exposure at any given point is indicated in this picture by the number of scattered X rays reaching that point.)

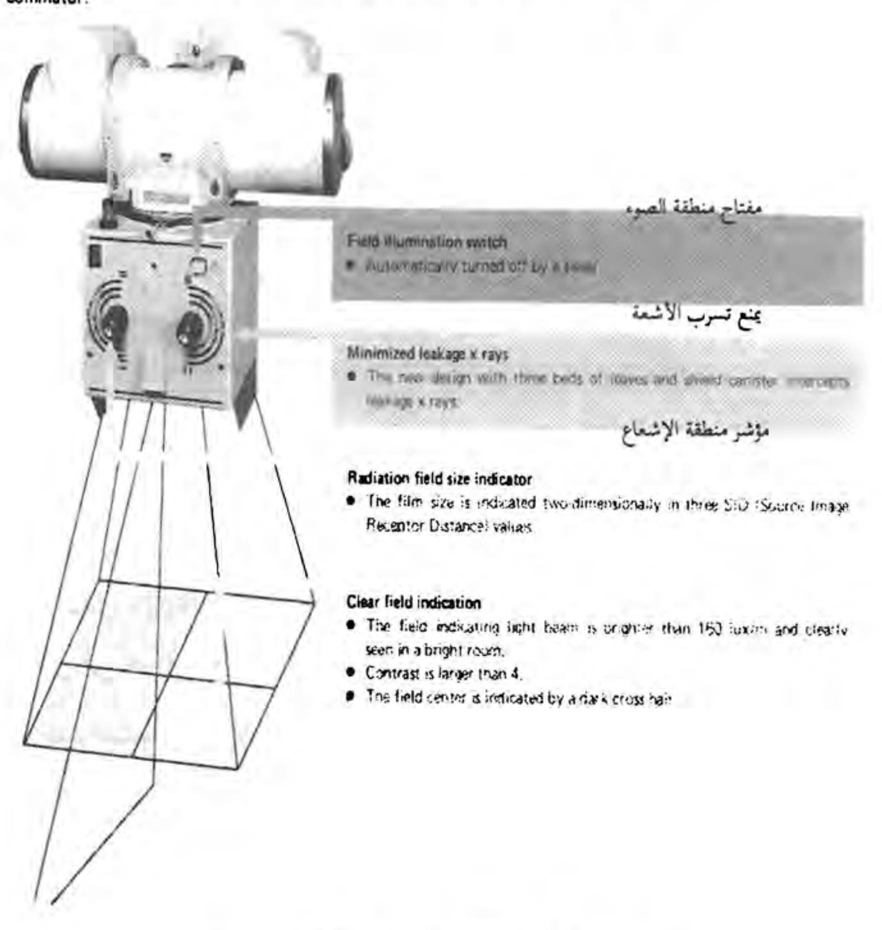
صورة تبين عوامل الحماية من الاشعة المسافة والدروع
وهنا تبين الأشعة السينية المتشتتة

الاحتماء خلف الحاجز (الدرع الواقي) كليا بحيث تكون ابعد من يمكن عن انبوب الاشعة مع مراقبتك للمريض من خلال النافذة الزجاجية المرصصة .

X-ray beam collimator R-20MC

Minimization of x-ray dose to patient and doctor is now one of the most important problems in the medical field.

To meet this requirement, the MC125L-30 incorporates the R-20MC x-ray beam collimator.



صورة تبين أنبوب الاشعة مع استعمال المرشحات

استعمال المرشحات :

ان استعمال مرشحات اضافية من الالمنيوم بين مصدر الاشعة وجسم الانسان ، هذا و تختلف المرشحات من جهاز لاخر ، واذا كان هذا المرشح رقيق جدا فان الاشعة تمر منه ، وتضيف جرعة زائدة غير ضرورية للمريض dose Unnecessarily to the patient واذا كان المرشح سميك ، فانه يتطلب زيادة زمن التعرض للاشعة ، وهذا يؤدي الى عدم وضوح الصورة مثل تحركها . Unsharp والغرض من هذه المرشحات هي امتصاص الاشعة المنخفضة الطاقة او ما يسمى بالاشعة اللينة دون أن تؤثر كثيراً على الحزمة المفيدة (هي النسبة القليلة من الاشعة ذات الطاقة العالية) ، اما بقية الأشعة فغير مرغوب فيها لعدة اسباب ، ففي التصوير الشعاعي الطبي مثلا ليس للاشعة المنخفضة الطاقة أي دور في تكوين الصورة ، ولكنها تؤدي الى تعرض جلد المريض لجرعة غير ضرورية .

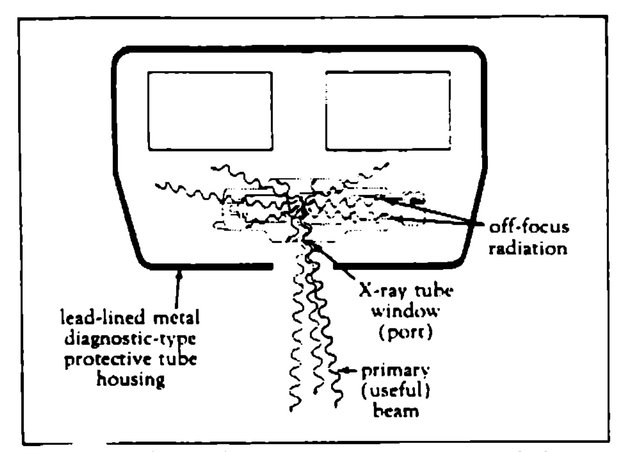
جهد (قوة انبوب الاشعة) :

عندما تزيد قوة انبوب الاشعة ، تكون الجرعة للانسان قليلة ، لأن قابليتها على الاختراق تكون كبيرة ، ويقل تباين الصورة Image contrast ، كلما زادت قوة انبوب الاشعة ، فمثلا قوة انبوب الاشعة ما بين ٣٠ -٤٠ كيلو فولت يستعمل في تصوير الثدي Mammograpgy ، وقوة انبوب الاشعة ما بين ١٢٠-١٤٠ كيلو فولت تستعمل في تصوير الصدر مثلا .

عند استعمال مولد من ثلاث مراحل 3 (three) phase Generator فان له القدرة على توليد أشعة قوية لها القدرة على الاختراق ، وكذلك اعطاء اشعة قوية وبصورة مستمرة ويستعمل هذا الجهاز في غرف الاشعة كثيرة الشغل مثل غرف تصوير الشرايين .

- ان التحسن في أوضاع التصوير الشعاعية ، واستعمال حزمة ضيقة من

الاشعة فقط للمنطقة المطلوب فحصها Conning of x.ray ، وعدم تعريض أي جزء آخر من الجسم لاشعة غير ضرورية ، هذا بالطبع يؤدي الى تقليل جرعة الاشعة للشخص وذلك بتقليل الاشعة المتناثرة Scatter radiation .

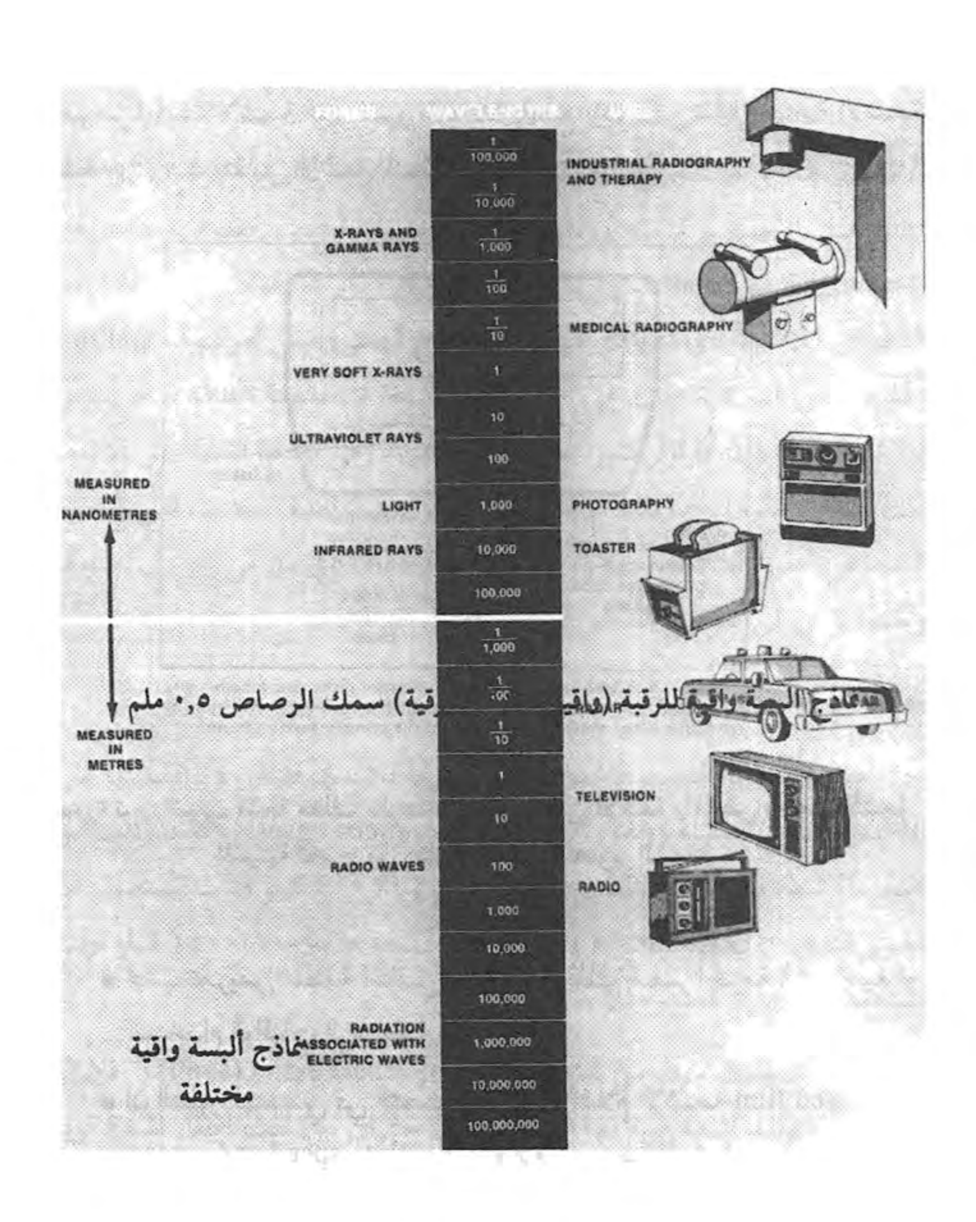


. A lead-lined metal diagnostic-type protective tube housing protects the radiographer and the patient from off-focus radiation by restricting X-ray emission to the area of the primary (useful) beam.

صورة تبين انبوب اشعة مغلّف بالرصاص لحماية فني الاشعة والمريض وجعل الأشعة السينية تخرج من خلال الفتحة للتصوير الشعاعي .

- تجنب تعريض منطقة المناسل للاشعة ، وذلك لحصر الحزمة الشعاعية او استخدام الواقيات الرصاصية .

- ان التطور الهندسي في التصميم وانتاج افلام الاشعة Increased film speed and screen وشاشات الافلام واستعمال شاشات مضخمة Intensifying screen ، لان مثل هذه الافلام تتطلب قدرا اقل من الطاقة المشعة ، ادى الى تقليل جرعة الاشعة التي تتعرض لها الاجسام الحية بشكل ملموس ، وتقل هذه الجرعة بمعدل ¼ او اكثر ، وان مهمة اختصاصي الاشعة التنبه الى هذا التقدم التكنولوجي .



صورة لنماذج لالبسة واقية من الاشعة

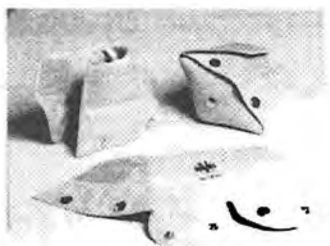
- مراعة الدقة في اختيار قيم الكيلو فولت والملي امبير/ ثانية حتى لا تضطر لاعادة الصورة مع الاهتمام باختيار اقل ملي امبير ثانية ممكن لتقليل جرعة المريض .
- تثبيت المريض اذا كان يتحرك تجنباً لعدم اعادة الصورة .
- اجهزة تحميض الافلام Film Processors

- يجب ان تفحص اجهزة التحميض يوميا .
- الفلم المعرض للاشعة بعد التحميض يجب ان يفحص بجهاز densitometer ، ويجب ان تكون النتائج مطابقة للمستويات المطلوبة .
- مراقبة أي تغير او انحراف عن الطريق الطبيعي ، لانه يعكس على مصلحة المريض ، وتعرض المريض لاشعة غير ضرورية .
- تاكد من انك تستخدم ظروف ملائمة للتحميض ، من محاليل ودرجة حرارة وزمن تحميض .

- الملابس الواقية والادوات اللازمة .

- مرايل رصاصية حامية Protective Lead Aprons
- نظارات رصاصية Lead glasses
- قفازات رصاصية مطاطية Lead Rubber gloves
- ملابس واقية من الاشعة لغير مناطق التصوير ، مثل استعمال واقي للمبيض عند تصوير الانثى ، او الخصية عند تصوير الذكر .
- مواسك ، ملاقيط مختلفة الاحجام حسب ما يحتاج اليه قسم الأشعة .
- الفحص الدوري للالبسة الواقية والاهتمام بنظافتها وباستمرار .

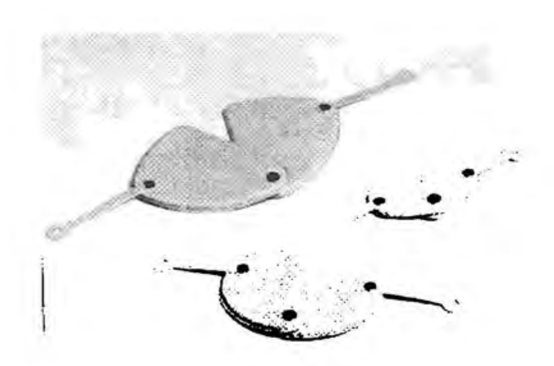






Lead rubber multi-ply material, Pb 1.0 mm, colour light-gray. Psychologically designed to contain the entire male genitals for reasons of better support and to allow self application. For easy cleaning this gonad shield is detachable.

صورة لنماذج للالبسة الواقية للاعضاء التناسلية للرجل



صورة لنماذج للالبسة الواقية للاعضاء التناسلية للرجل





نماذج البسة واقية للرقبة
(واقية للغدة الدرقية)
سمك الرصاص 0.5 ملم





نماذج البسة واقية مختلفة

- توفير التنبيه الآلي المرئي أو المسموع عند تشغيل الجهاز أو عندما يكون على وشك التشغيل .

- عند استعمال جهاز التصوير الفلوري Fluoroscopy يجب تخفيف استعمال الاشعة قدر الامكان ، واتخاذ الاحتياطات اللازمة الوقائية لذلك .

- الفحص الدوري لاجهزة الاشعة ، وقياس مدى كفاءتها .

- يجب أن يتم حساب سمك الجدار الواقي الذي يحتوي على المصدر الاشعاعي استنادا الى شدة وطاقة النشاط الاشعاعي للمصدر ، وطاقته الاشعاعية ، وبمعنى آخر جدران الغرف وأبوابها يجب أن تتوفر فيها المواصفات والشروط والوقاية اللازمة .

- لا يسمح لغير العاملين على هذه الأجهزة بتعريض انفسهم الى الاشعاع .

- أخرج الاشخاص الذين لا داعي لوجودهم الى حجرة الانتظار ثم اغلق باب حجرة التصوير .

حاول أن لا توجه حزمة الاشعة الرئيسة باتجاه الباب او النافذة او لوحة التحكم او غرفة التحميض .

- تأكد قبل أخذك للصور ، بأن المريض في الوضع المناسب الذي وضعته فيه مسبقا .

- في حالة تصوير الأطفال حاول تثبيتهم جيدا باستخدام الاربطة مع تقليل حجم حزمة الاشعة ، كذلك قلل زمن التعرض مع زيادة قيمة التيار بالمقابل واحرص على تجنب وصول الاشعة لمنطقة الحوض (ملاحظة الاطفال حساسين للاشعة) .

- في حالة كون المريض امرأة تاكد من وجود الحمل او عدمه ، وكذلك حاول تطبيق قاعدة 10 days rule .





X-Rav Protection

صورة تبين اشارة تحذيرية من الاشعة

- في حالة كون المريض امرأة حامل وكان من الضرورة القصوى اجراء الفحص الاشعاعي لها وخصوصا لمنطقة البطن او الحوض ، وفي الاشهر الثلاثة الاولى من الحمل استخدم الطرق والوسائل التي تضمن اقل تعرض اشعاعي ممكن .
- تزويد مداخل الغرف الحاوية على المصادر الاشعاعية مثل الاشعة السينية ، والتصوير الفلوري وغيرها بعلامات التحذير الضرورية ، مثلا تبعث ضوءا عند تشغيل هذه المصادر الاشعاعية .
- استعمال اجهزة التنفس ويجب توفر غرفة استحمام في دائرة الاشعه .
- الفحوصات الطبية .

يخضع العاملون في مجال الاشعاع لعدد من الفحوصات الطبية وبصورة دورية ، على أن لا يتجاوز الستة أشهر بين فحص وآخر وذلك للتأكد من سلامتهم وتشمل هذه الفحوصات :-

أ . فحص الدم ويتضمن .

- عدد كريات الدم الحمراء والبيضاء .

- العدد التفاضلي للكريات البيض .

- تسجيل الكريات غير طبيعية .

- تحديد نسبة خضاب الدم Hemoglobin .

-حالات النزف او التخثر .

ب . فحص الجلد ويشمل :-

- المعاينة الجلدية .

- حالات سرطان الجلد .

- اختفاء تفاصيل حافات الاصابع .

ج . فحص العين خاصة فيما يتعلق بالتغيرات الحاصلة على التركيب البلوري للعدسات .

د . فحص الصدر لمعرفة تأثير الغبار والغازات المشعة .

● القياسات والسجلات وغيرها :-

أ . قياسات خاصة بالمشتغلين وتتلخص في قياس الجرعة التعرضية بالفلم الحساس او مقياس التألق الحراري TLD طبقا للجرعة المسموح بها دوليا .

ب . سجلات خاصة بالعاملين بالاشعاع ، وتشمل سجلات الجرعة الاشعاعية والكشف الطبي الدوري وتحليل الدم ، سجلات خاصة بالتعرض الزائد ومتابعة الحالة .

جـ . سجلات بالمسح الاشعاعي في منطقة العمل ، وقياس التهريب الاشعاعي .Radiation Leakaye

د . التحقق من سلامة أجهزة العمل الخاصة بالوقاية من الاشعة سواء الثابتة او المتحركة .

● التثقيف الصحي الوقائي

- توصيل معلومات الوقاية سواء الشخصية او الخاصة بالمكان الى العاملين كافية .

- تعريف العاملين بمبادئ الاشعاع وطرق الوقاية .

- حضور الدورات .

- الاهتمام بالفحص الطبي وفحص الدم .

- اكساب العاملين وتدريبهم التدريب الكافي لتنفيذ أعمالهم في استخدام المصادر المشعة بأمان .

البــاب التاسع

استخدامات وتطبيقات الاشعاع المؤين

الفصل الاول: المجال الطبي

الفصل الثاني: المجال الصناعي

الفصل الثالث: المجال الزراعي

الفصل الرابع: المجال الكيميائي

استخدامات وتطبيقات على الاشعاع

التأثيرات المفيدة للاشعاع المنبثق من مصادر متعددة كاجهزة الاشعة السينية ، ومعجلات الجسيمات المشحونة والمفاعلات النووية ، ومصادر ذات نشاط اشعاعي . وسنورد هنا اهم استخدامات وتطبيقات الاشعاع في المجال الطبي ، والصناعي ، والزراعي وفي استكشاف الفضاء وغيرها .

الفصل الأول

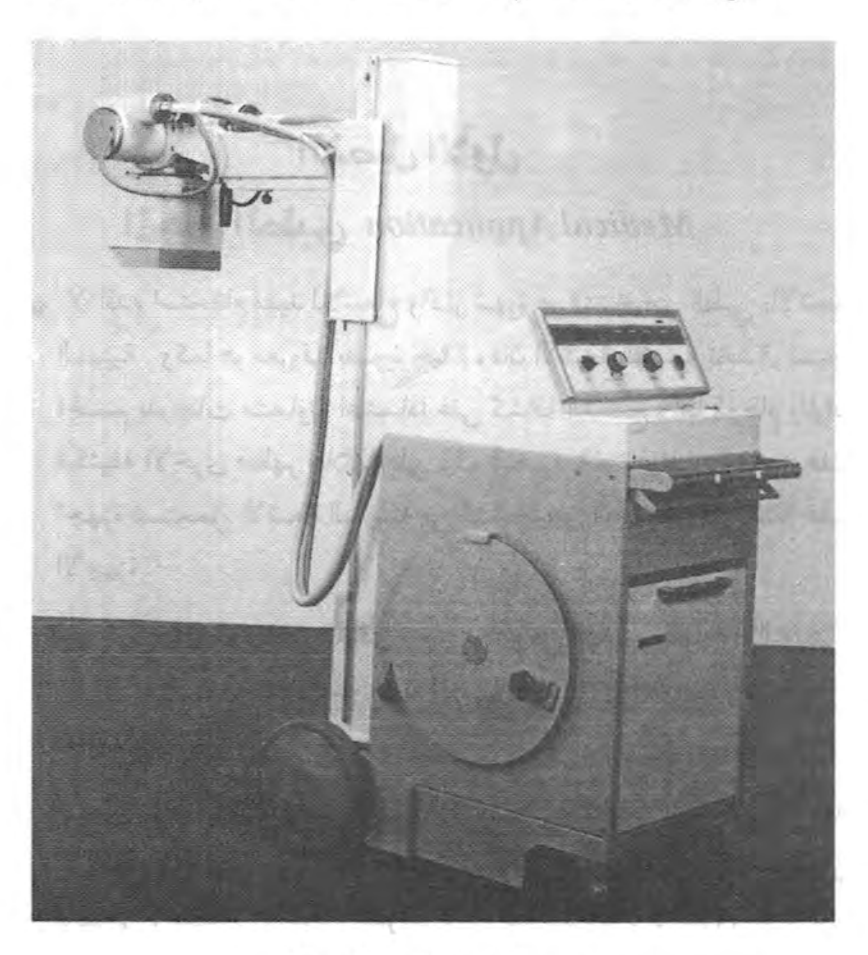
المجال الطبي *Medical Application*

* ان اقدم استخدام مفيد للاشعاع واكثر شهرة هو التشخيص الطبي بالاشعة السينية . وكما هو معروف بصورة جيدة ، فان الاشعة السينية تخترق نسيج الجسم بدرجات متفاوتة اعتمادا على كثافة النسيج ، اما العظام والمواد الكثيفة الاخرى فتظهر ظلالها على فيلم التصوير الفوتوغرافي . وتوجد عدة اجهزة تستعمل الاشعة السينية في التشخيص الطبي ، ومن امثلة هذه الاجهزة :-

- اجهزة التصوير الشعاعي العادي : وتستخدم في التصوير العادي والروتيني مثل الاطراف ، الصدر ، صور ملونة للجهاز البولي . والجيوب ، وغيرها من الاعضاء .

- اجهزة التصوير الشعاعي الفلوري (التصوير بالتنظير الشعاعي) : وهنا يستعمل التلفزيون ، ويستخدم هذا الجهاز في تصوير الصور الملونة للجهاز الهضمي ، التنفسي ، النخاع الشوكي ، الاوعية الدموية ، الرحم ، وغيرها من الاعضاء .

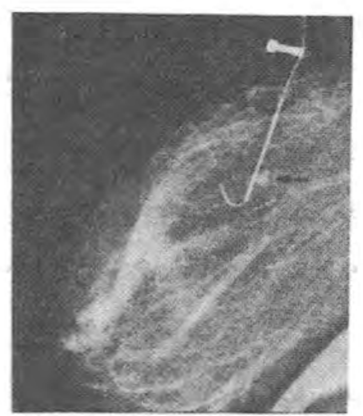
-جهاز التصوير المحوري بالحاسوب : وهنا يستخدم الكمبيوتر ، علاوة على انبوب الاشعة السينية وهنا تستخدم حزمة صغيرة من الاشعة وتخترق هذه الحزمة مقطعا من الجسم وتستخدم الكاشفات ، وترسل المعلومات الى جهاز الكمبيوتر وبعدها تعطى صور ، وهنا الجهاز يصور بثلاث ابعاد ، ويستخدم الجهاز في تصوير الدماغ ، الصدر ، البطن وغيرها ، والتعرف مثلا على امراض الدماغ مثل النزف الدماغي ، الخراجات الدماغية ، الأورام ، وغيرها كثير .



صورة لجهاز اشعة سينية متنقل



Screening mammogram in a 69-year-old shows a 5 mm noncalcified irregular mass in the upper right breast.



Needle localization prior to excisional biopsy [illegible] mass [illegible] the curved needle [illegible]

صورة بالاشعة السينية للثدي



صورة بالاشعة السينية لجهاز التطوير الطبقي المحوري بالحاسوب لمنطقة العين

-جهاز التصوير الشعاعي الرقمي Digital Radiography : جهاز متطور ، يستخدم بدلا من افلام الاشعة العادية ، برقائق التخزين الموضوعة داخل كاسيت عادي .

-جهاز التصوير الشعاعي بطريقة الطرح باستخدام الحاسوب Digital subtraction imaging وهذا الجهاز متطور جدا يستخدم في تصوير الاوعية الدموية غالبا .

-جهاز التصوير السينمائي بالاشعة السينية يستخدم غالبا في تصوير حجرات القلب والاوعية القلبية ، وكذلك دراسة عملية البلع عند الانسان Swallowing Function وغيرها .

- المعالجة بالاشعة : تستعمل الاشعة السينية واشعة جاما في معالجة عدد كبير من الامراض اهمها السرطان بانواعه المختلفة حيث يعرض الجزء المصاب بالورم الى جرع محسوبة من هذه الاشعة الصادرة من احد العناصر المشعة كالكوبلت ٦٠ . ان الجرعة الاساسية تكون في منطقة الورم الا ان هذا لا يمنع من تعرض الانسجة المجاورة الى جرعة شعاعية لاباس بها .

توجد طرق اخرى لمعالجة الاورام تتخلص بزرق العنصر المشع مباشرة في منطقة الورم أو باستخدام الأشعة مثلاً مباشرة بواسطة جهاز Gamma icnife لمعالجة بعض أورام الدماغ من دون فتح الرأس وأيضاً يستخدم لبعض الأورام الحميدة مثل ورم العصب السمعي Acoustic neuroma أو التشوهات الوعائية الدماغية وذلك بمساعدة جهاز التصوير الطبقي المحوري بالحاسوب أو الرنين المغناطيسي أو غيرها .

- لقد جرت عدة محاولات للاستفادة من الاشعة السينية واشعة جاما في تحضير الامصال Vaccines ضد عدد من الطفيليات المرضية التي تصيب الانسان والحيوان .

* التصوير المجهري بالاشعة

يستخدم هنا افلام ذات حبيبات دقيقة تصغر عشرة آلاف مرة عن حبيبات الفيلم العادي ، وتستعمل اجهزة اشعة سينية تعمل تحت توتر عالي .

وهذا التصوير له تطبيقات بيولوجية ؛ ومن استخداماتها الكشف على الانسجة السرطانية ، ويمكن ايضا استخدام التصوير المهجري بالاشعة المجسم ايضا .

* القضاء على الكائنات المرضية Pathogen Destruction لقد اظهرت الاشعة انها فعاله في القضاء على الكائنات المرضية التي تسبب الامراض كالفيروسات والبكتيريا والطفيليات ، ولذلك يمكن استعمالها في اغراض معينة كتعقيم الادوات الطبية ، ولمنع التلوث عند اجراء العمليات الجراحية ، حيث يتطلب استخدام خيوط معقمة لخياطة الجروح . كما استبدلت وعلى نطاق واسع الطريقة التقليدية غير الكفؤة في التعقيم على دفعات باستخدام المواد الكيماوية والتسخين بطريقة التعقيم الجماعية ، وذلك بتعرض مجاميع من الخيوط التي تستعمل في الجراحة للاشعاع .

الفصل الثاني
المجال الصناعي

يستخدم انبوب اشعة سينية ، ذات توتر عالي ، تتراوح من ٨٠ الف فولت الى ٢٠ مليون فولت .

تستخدم الاشعة السينية في المجال الصناعي لأجل تحديد مواقع الشوائب في الجسم او لقيمة سماكة اللوحة المستعملة والمراد قياس سماكتها .

ويمكن استخدام التصوير المجسم ، التصوير بالاشعة السينية احادية الموجة[١] التصوير المجهري بالاشعة ، التنظير الشعاعي وغيرها .

اهم تطبيقات الاشعة السينية في المجال الصناعي :-

* تحديد مكان الشوائب وسماكتها ، وذلك بتسجيل ظل الجسم على لوحة فوتوغرافية .

* تحديد سماكة لوحة معدنية .

* دراسة اللحام وسيلان بعض المركبات داخل الانابيب وحركة بعض الاقسام الميكانيكية غير المرئية بالعين المجردة لوجودها داخل اجزاء غير شفافة .

* مراقبة السبائك المعدنية : بواسطة الاشعة السينية ، يمكن التعرف على التركيب الداخلي للسبيكة ، واظهار الشوائب ومن هذه الشوائب ، الجيوب الغازية ، وجود بعض الرمل ، اوساخ معدنية مختلفة ، تفسخ السبيكة في

---

(١) التصوير بالاشعة السينية احادية الموجه : تستخدم من اجل البحث عن الشوائب الدقيقة في محركات الطائرات بشكل خاص ، والانابيب المستعملة يمكن ان تكون تلك التي تستعمل في تجارب حيود الاشعة السينية في علم البلوريات كما يمكن ان تكون ذات تيار شديد . ومعدن المصعد يصنع من الموليبدين ، ويوضع امام الانبوب مصفاة بحيث يتم عزل الاشعة الاكثر شدة .

بعض اجزائها ، وجود تمايز بين ذرات المعدن المؤلفة للسبيكة .

* مراقبة قطع السيارات والطائرات : يجب التأكد عند السماح للسيارة او الطائرة بالانطلاق بسرعة هائلة ان كل قطعة منها تخلو من أي شائبة كما يجب التاكد من سلامة المحرك بجميع اجزائه وخلوه من التفسخات الداخلية او الخارجية .

وفي خلو السيارة او الطائرة من الشوائب ضمان لحياة الانسان ، فاذا كانت هذه الحياة تعتمد على حسن مراقبة القطع المعدنية المؤلفة لهذه آلالات من الاجرام عدم استعمال الاشعة السينية في مراقبة كل قطعة قبل تركيبها في السيارة وخاصة في الطائرات .

* مراقبة المعادن المصفحة والمشدودة ، لمعرفة الشوائب والتفسخات في تركيبها .

* مراقبة الاسلاك المعدنية .

* دراسة المعادن في الافران من اجل تحديد سليم لدرجة ذوبانها .

* فحص اسطوانة البندقية او المدفع بحثا عن أي شائبة .

* مراقبة حقائب المسافرين بحثا عن اسلحة او قنابل .

* فحص العوازل الكهربائية بحثا عن حبيبات معدنية قد تكون موجودة فيها مما يضعف قدرتها على العزل .

* مراقبة الذخائر الحربية والقنابل لمعرفة درجة امتلائها بالمواد المتفجرة .

* مراقبة المعادن المغلفة بالمواد البلاستكية بحثا عن أي تفسخ فيها .

الفصل الثالث

المجال الزراعي

* مراقبة المحاصيل الزراعية : بواسطة الاشعة السينية ، يمكن التعرف على اصابة الحبوب بالتسوس .

* تقصي نوعية الليمون مثلا لمعرفة درجة احتوائه على العصير ، فمثلا الاكثر سوداء تكون مليئة بالليمون ، واذا كانت شفافة او شبه شفافة تكون اقل امتلاء بالليمون .

* مكافحة الحشرات والذباب : باستعمال الاشعة السينية يتم مكافحة الاعداء الحيوية ، الطفيليات ، والمفترسات ، والذباب وغيرها من المسببات المرضية .

* حفظ المواد الغذائية بالاشعاع Radiatin Presentatin of Food قد اظهرت الدراسات الواحدة بعد الاخرى ان تحسنا كبيرا يمكن ان يحدث على عمر مكونات المواد الغذائية ، في حدود عدة اشهر ، كما اظهرت عدم وجود أي دليل على ان المواد الغذائية تصبح مشعة نتيجة لتعرضها لاشعة جاما ، ومع ذلك هناك مشكلات بدون حل لحد الان هما :-

أ . حدوث بعض التغيرات الطفيفة في مذاق بعض الاطعمة التي قد تكون عادة غير مقبولة .

ب . القلق من ان الاشعة قد تحدث تغيرات كيميائية في الاطعمة بحيث تجعلها غير مأمونة .

- طفرات وراثية في الغلاف والمحاصيل Crop Mutatim

يتطلب علم تكاثر الغلال اختيار نباتات غير اعتيادية فريدة في نوعها ثم

تهجينها بهدف الحصول على غلاف هجينة دائمية يمكن اعادة انتاجها بمواصفات مرغوب فيها .

وقد امكن الحصول على غلال ومحاصيل ذات انتاجية عالية ومقاومة للامراض وملائمة لظروف مناخية جديدة ، وذلك بالقيام بدراسات تتعلق بعلم الوراثة والجينات ، غير ان من الممكن التعجيل في عملية التهجين باستخدام الاشعاعات المختلفة كالجسيمات المشحونة او الاشعة السينية او اشعة جاما او النيترونات ، ويمكن حدوث الطفرات الوراثية المرغوبة اما بتشعيع بذور الغلال او بأخذ فسائل من اشجار ثم تشعيعها سابقا .

ان التحسن الذي يطرأ على انتاج المواد الغذائية بواسطة الطفرات الوراثية التي تحدث في الغلال له اهمية خاصة بالنسبة لمشكلة الزيادة في سكان العالم ، وذلك من حيث الانتاجية الاعلى للغلال ، ومن حيث القيمة الغذائية الاعلى للمحاصيل ، وعلى سبيل المثال : فقد امكن تطوير انواع جديدة من الرز بحدوث طفرات وراثية فاصبحت تحتوي على ضعف ما تحتويه الانواع الاعتيادية الاخرى من مادة البروتين .

الفصل الرابع
المجال الكيميائي

تستخدم الاشعة المؤينة ذات الطاقة العالية في المجال الكيميائي ، وتسمى الكيمياء الاشعاعية ، وتهدف الى تشخيص المكونات المختلفة والتي تكونت في ظل انظمة خاصة والى فهم الطرق الفيزيائية الخاصة بتكوينها . وتقاس كمية هذه المكونات الناتجة عند اعطائها جرعة معينة من الاشعة ثم يتم دراستها كيميائيا عند تفاعلها مع بعضها البعض ومع المركبات الاخرى ، وتشمل هذه الدراسة التفاعلات الحركية وميكانيكية التفاعل وكذلك على المكونات الوسطية ، انتهاء الى تكوين الناتج الثابت .

لقد تم تطوير جهاز التحليل بالنبض الاشعاعي في الغازات لتكوين تراكيز عالية من مكونات وسطية معينة ومن ثم متابعة تفاعلاتها ، وبهذه الطريقة يمكن قياس ثابت معدل التفاعل لكل خطوة من خطوات التفاعل .

هناك انظمة اخرى كثيرة طبقت عليها طريقة التحلل بالنبض الاشعاعي بمعرفة التفاعلات البدائية التي تحصل والتي تساعد في رسم مخططات كاملة للتفاعلات الجارية وبالاخص في الانظمة العضوية .

مجال البحث العلمي في المجال الكيميائى :

ان التطبيقين للاشعة السينية في البحث العلمي هما في التصوير السيني في علم البلورات وفي علم طيف الاشعة السينية .

البلورات عبارة عن ذرات مرتبة حسب نظام معين ، وقد وجد عند تعريضها للاشعة السينية تتولد نماذج محددة من الاشعة المستفادة وهذه تعطي معلومات مفيدة حول تركيب البلورات وتستخدم من الاشعة السينية ذات فيض عالٍ جداً ومقطع مستعرض صغير .

اما في علم طيف الاشعة السينية فتشعع المواد بهذه الاشعة فتحدث اثارة نتيجة امتصاص الطاقة ، فتنطلق اشعة سينية ثانوية ذات طاقة مميزة للعنصر ، وبهذا فان عملية قياس هذه الاشعة السينية الثانوية تمكن من تحليل المادة .

الباب العاشر

مخاطر الاشعة

- المجال الكيميائي
- التأثيرات الاولية للاشعاع
  - الموت الاشعاعي الحاد.
  - التلف الشعاعي للانسجة.
  - التأثير الاشعاعي على جهاز تكون الدم.
  - التأثير الاشعاعي على الوراثيات الخلوية.
- التأثيرات المتأخرة للاشعاع

المجال الكيميائي

دراسة التأثيرات الكيمأوية للاشعة المؤينة Ionizing radiation ذات الطاقة العالية ، وتشتمل المصادر الالية التي تنتج اشعة ذات طاقة عالية على انابيب اشعة اكس ومعجلات فان دي كراف Van de Graft generatons والمعجلات أو المسرعات الخطية Linear accelerator والسايكلوترون Cyclatron المعجل المداري للبروتونات .

١ . عند تعريض غاز الأوكسجين للاشعاع يتكون غاز الأوزون ، ويعتبر غاز الأوزون من الغازات السامة جدا ، وعامل مؤكد مصحوب بالانفجار لعدد كبير من المواد العضوية .

وكذلك يمكن تكوين غاز الأوزون ايضا من تشعيع النيتروجين السائل الذي يتكون من تكيف غاز النيتروجين من الجو ، كذلك فان المصادر الاشعاعية قادرة على تكوين غاز الأوزون في الهواء عند عملية تشغيل هذه المصادر ويجب ان لا يستنشق هذا الغاز باي حال من الاحوال .

٢ . عند تعريض المواد العازلة كالزجاج والمواد البلاستيكية يؤدي الى تكوين شحنات كهربائية متراكمة وعند تفريغ هذه الشحنات قد يتسبب الى كسر في تركيب هذه المواد أو حدوث حريق للغازات القابلة للاشتعال . ويحدث هذا فقط عند استخدام جرعة اشعاعية ذات معدل عالي من الطاقة كذلك التي ترسل من المسارع الخطية للدقائق وتعتبر الأوارق الزجاجية المملوءة بالهواء من المواد القابلة للانفجار نتيجة تفريغ الشحنات الكهربائية من مكان انسداد هذه الدوارق .

٣ . بعض التفاعلات الكيمأوية الباعثة للحرارة والتي تحدث عند تعرضها للاشعة قد تكون خطرة أو قد تؤدي الى الانفجار نتيجة زيادة معدل تفاعلها

مع الحرارة ، وخير مثال على ذلك هو حصول التوصيل في تفاعلات البلمرة التي تحدث لبعض المواد .

٤ . ان التأثير الرئيس للاشعة على البوليمرات هو انحلالها Degradatin أو تشابك جزيئاتها بعضها مع البعض ، ويمثلان هذان التأثيرات والتغيرات الرئيسية في خواص البوليمر (مثل فقدان لدونه البوليمر أو مطاوعته Plasticity وقوة تركيبه Structural Strength بحيث يتفتت ويصبح مسحوقا في النهاية) ، هذا بالاضافة الى ان التفكك قد يؤدي الى تحرر نواتج غازية مثل غاز الهيدروجين والميثان وغاز ثاني أوكسيد الكربون وأول أوكسيد الكربون .

٥ . تاثير الاشعة المؤينة على المركبات اللاعضوية الصلبة ذو أهمية تزايد مع الاستخدام الواسع للانظمة شبه الموصلة في مجالات الاشعة وفي الاتصالات الخارجية البرية .

ان تأين المواد غير المعدنية وخاصة البلورات الأيونية اللاعضوية يؤدي الى احداث تغيرات متميزة في خواصها الفيزيائية والكيميائية .

التأثيرات الأولية للاشعاع Early Effeccts of Radiation

تقسم التأثيرات الأولية للاشعاع الى الاقسام التالية :

١ . الموت الاشعاعي الحاد Acute radiation lethality

٢ . التلف الشعاعي الموضعي للأنسجة Local tissue damage

٣ . التأثير الاشعاعي على جهاز تكّون الدم Hematologic Effects

٤ . التأثير الاشعاعي على الوراثّيات الخلوية Cytogenetic effects .

١) الموت الاشعاعي الحاد Acute radiation lethality

عند تعريض جميع جسم الانسان لجرعة عالية من الاشعاع لا تقل عن ١٠٠ راد ، قد تؤدي الى الموت .

علماً بأن الاشعة التشخيصية غير كافية وغير قادرة على احداث الموت ، وانها تسبب تعرض جزئي وغير كلي لجسم الانسان .

تعريض جميع جسم الانسان يحدث نتيجة الانفجار المباشر للاشعاعات الجامية والنيوترونية المنطلقة في الانفجار أو الاشعاع المنطلق من الساقطة الاشعاعية . وياتي الخطر الرئيس من الاشعة الجامية الموجودة في الساقطة المشعة ، ولكن يمكن ايضا لاشعة بيتا وحتى جسيمات الفا ان تسهم في التعرض الاشعاعي عندما تسقط المواد المشعة على الجسم أو عند ابتلاعها أو استنشاقها .

عند تعرض جسم الانسان الى جرعة عالية من الاشعاع ، فانها تؤدي الى الموت خلال ايام أو اسابيع وتدعى هذه متلازمة الاشعاع الحاد Acute radiation syndrome ويشمل :

- متلازمة بوادر الاشعاع Prodromal radiation syndrome

- متلازمة الاشعاع تتعلق بتكوين خلايا الدم Hematologic syndrome
- متلازمة الاشعاع المعدية والمعوية Gastrointestinal syndrome
- متلازمة الجهاز العصبي Central nervous system syndrome

متلازمة بوادر الاشعاع Prodromal Radiation syndrome

- وهي الاعراض الحادة المبكرة التي يحدثها التعرض للاشعاع ، ويسمى احياناً داء الاشعاع Radiatin sickness .
- عندما تزيد جرعة الاشعاع لأكثر من ١٠٠ راد لجميع الجسم ، تظهر اعراض وعلامات داء الاشعاع ، وتشمل : الغثيان ، الاقياء ، الاسهال ، قلة عدد الكريات الدم البيضاء في الدم المحيطيPeripheral blood.
- تستمر اعراض وعلامات بوادر الاشعاع من عدة ساعات الى عدة ايام .
- تزيد الاعراض والعلامات السابقة بزيادة جرعة الاشعاع ، وعندما تصل جرعة الاشعاع الى ١٠٠٠ راد (١٠ جراي) ، تصل الاعراض والعلامات ذروتها .

متلازمة الاشعاع تتعلق بتكوين خلايا الدم Hematologic syndrome

- تحدث هذه المتلازمة عندما يتعرض جسم الانسان الى جرعات اشعاعية مابين ٢٠٠-١٠٠٠راد (٢ -١٠ جراي) .
- يظهر على المريض اعراض وعلامات متلازمة بوادر الاشعاع من غثيان واقياء واسهال وتتبعها فترة كمون يبدو المريض خلالها طبيعيا لمدة اسبوع - اربع اسابيع .

وبعدها يبدأ المريض باعراض قلة عدد الخلايا في الدم المحيطي Peripheral blood ، ويعطي المريض اعراض اقياء ، اسهال ، فتور عام ، وتعب وسخونة مع

انخفاض عدد كريات الدم البيضاء ، الحمراء والصفائح الدموية في الدم .

واذا كانت الجرعة غير مميتة ، تبدأ اعراض استرداد العافية والعودة الى الحالة السوية أو الشفاء تبدأ بعد ٢-٤ اسابيع ، وتستمر الى ستة اشهر حتى تصل الى العافية السليمة .

- قد يحدث نزف في اللثة ، وفي الجلد (بقع نزفية) .
- قد يموت الانسان بسبب كبت المناعة ، والأنتان Infection ، أو بسبب النزف ، الجفاف ، اضطراب سوائل وشوادر الجسم Etectrolyte imbalance.

متلازمة الاشعاع المعدية والمعوية Gastro intestinal syndrome

- تحدث هذه المتلازمة عند تعرض جسم الانسان الى جرعة اشعاعية تترأوح ما بين ١٠٠٠ -٥٠٠٠ راد (١٠-٥٠جراي) .
- اعراض هذه المتلازمة هي الاقياء ، الاسهال ، وتظهر خلال عدة ساعات بعد التعرض ، وقد تستمر الى يوم ، وقد يتبعها فترة كمون ما بين ٣-٥ ايام ، وخلال هذه الفترة لا توجد اعراض ، وبعدها تبدأ اعراض المرحلة الثانية هي الغثيان ، الاقياء ، الاسهال ، قلة الشهية مع فتور عام ، الاسهال قد يزيد شدة ، وقد يكون مدمما . والموت قد يحدث ما بين ٤-١٠ ايام من التعرض .
- تحدث الوفاة نتيجة تخريب الغشاء المبطن للامعاء مما يؤدي الى تكوين خلايا مضطربة العمل تؤدي الى اضطراب سوائل وشوارد الجسم ، وكذلك يحدث التهاب الامعاء والأنتان (Infectim) والتسمم الدموي .
- يجب ملاحظة في متلازمة الاشعاع المعدية والمعوية ، تحدث اعراض متلازمة الاشعاع بتكوين خلايا الدم .

متلازمة الجهاز العصبي Central nervous system syndrome

- تحدث هذه المتلازمة عند تعريض جسم الانسان الى جرعة اشعاعية بحوالي ٥٠٠٠ راد (٥٠ جراي) .
- تظهر على المريض اعراض وعلامات ، وقد تؤدي الى الوفاة خلال ساعات- ٣ ايام من التعرض .

تبدأ الاعراض في الغثيان ، الاقياء ، بعد دقائق من التعرض الاشعاعي ، وفي هذا الوقت يبدو المريض عصبي ، مرتبك ، مشوش ، احساس محرق burning sensation في الجلد ، فقدان البصر ، فقدان الوعي في الساعة الأولى .

تبدأ فترة كمون بعدها ، ويشكو المريض باعراض وعلامات متلازمة الاشعاع لكنها شديدة .

تبدأ بعدها أعراض الرعاش العضلي العام ، فقدان التنسيق العضلي ، صعوبة التنسيق ، الاختلاجات أو التشنجات ، الترنح فقدان التوازن ، الغيبوبة ، الموت .

- تحدث الوفاة في متلازمة الجهاز العصبي بسبب ارتفاع سوائل المخ ، مما يؤدي الى وذمة Oedema دماغية مخية ، التغيرات الالتهابية التي تحدث في الأوعية الدموية المخية Vasculitis ، التهاب اغشية الدماغ Meningitis ، تلف اجهزة الجسم الاخرى .

التلف الشعاعي الموضعي للانسجة Local Tissue Damage

عندما يُعرّض قسم أو جزء من جسم الانسان الى الاشعاع فانه يحتاج الى جرعة أعلى من الاشعاع ليحدث نفس التأثيرات بالمقارنة بالجرعة التي يتعرض لها جميع جسم الانسان .

يكون التأثير على الخلية هو الموت (الانكماش ، الضمور) ، وهذا يؤدي الى إبطال كلي للخلايا المكونة للانسجة أو العضو ، وممكن ان ترجع الخلية الى حالتها السوية .

أ) الجلد skin : يتكون الجلد ثلاث طبقات .

البشرة Epidermis ، وهي الطبقة السطحية الظاهرة ، وتتكون من عدة طبقات مثل الطبقة القاعدية Basal Cell Layer ، الطبقة الشائكة prickle cell Layer الطبقة الحبيبية Stratum granulosum الطبقة الرائعة Stratum lucidum الطبقة المتقرنة Stratum corneum.

الادمة dermis ، وهي التي تلي البشرة وتتصل بها اتصالا وثيقا وتحتوي على الاعصاب ، والأوعية الدموية ، الغدد العرقية ... الخ

اللحمة أو الادمه التحتانية hypodermis ، لواحق الجلد وهي الاشعار والاظافر .

٢٪ من جلد الانسان يتجدد يوميا ، بينما تتجدد ٥٠٪ من الخلايا المبطنة للامعاء يوميا .

يتعرض جسم الانسان للاشعاع نتيجة استخدام الاشعاع في معالجة الأورام ، ولا بد للاشعاع ان يخترق جلد الانسان ليصل الى الورم ، ولهذا يتعرض الجلد الى جرعة من الاشعاعات اكثر من الورم المراد علاجه .

وعندما يتعرض الجلد من ٣٠٠-١٠٠٠ راد (٣-١٠جراي) تظهر عليه علامات الحُمامي Erythemaخلال اليوم الأول أو الثاني ، أو خلال الساعات الأولى من التعرض ، ثم تزول تاركة الجلد كما كان قبل الاشعاع . وتظهر حُمامي اخرى في الجلد بعد عشرة ايام ، هذه التفاعلات تظهر فقط بعد اعطاء مقادير تتجاوز عتبة ٢٠٠-١٠٠٠ راد ، وهذه الحُمامي الثانية والرئيسة هي المهمة وتتبع شدتها مقادير الاشعة المطبقة ، وتبقى عادة اربع اسابيع ثم تخف تدريجيا ويبدأ بالظهور بعد ثلاثة اسابيع تصبّغ الجلد ، وقد يزول بعد بضعة اشهر ، وقد يبقى على الدوام ، هذه التي ترى عادة بعد تطبيق جرعة واحدة ، اما اذا دامت المعالجة بالاشعة مستمرة تزداد

حُمامي الجلد شدة ، وتظهر حويصلات ، وبعدها تتوسف desequamation الطبقات السطحية من الجلد وتتعرى denudation الطبقات العميقه ، وتبدو بلون زهري ينز منها مصل ، وعندما تتوقف المعالجة في هذه المرحلة أو قبلها ، ويبدأ الندب بعد ذلك ، وقد يستغرق عدة اسابيع تبعا لشدة التفاعل وحجم الساحة المعّراه ، وقد يكون التفاعل الجلدي اقل درجة فيبدي توسفا جافا بدل ذلك التفاعل الرطب المترافق بالتعري الظهاري ، وينجم عن الرطوبة والاحتكاك في مساحات كالاربية والابط والفرج ، ان تظهر التفاعلات الجلدية باكرا وتكون اكثر شدة منها في المناطق الجافة .

ان التطبيق المفرط للاشعة على شكل جرعة مفردة كبيره أو على شكل جرعات صغيرة متكررة يؤدي لتلف دائم في الجلد مترافق بتقرح متكرر أو مزمن فعند على الترم (حرق الاشعة السينية) .

وأحد تاثيرات الاشعة على الجلد هي تنسيل الشعر Epilation (فقدان الشعر) ، وقد تكون دائما ام مؤقتا .

قد يبدو في الجلد المشعع ضمور وتوسعات وعائية Telangiectasis بدرجة خفيفة أو شديدة ، وتتبع هذه الدرجة مقدار الاشعة المطبقة .

تؤثر الاشعة على الغدد الدهنية والعرقية ، وتثبط وظيفتها عند التعرض الى جرعات صغيرة من الاشعة ، وتخرب وظائف هذه الغدد ويبقى جلد جاف في الجرعات العالية

سرطان الجلد قد يتكون من التقرح المزمن في الجلد نتيجة التعرض للاشعاع .

ب) الغدد التناسلية (المناسل) Gonads

الغدد التناسلية أو المناسل تتكون من الخصيتين Testes والمبيضين Ovaries

الخصية TESTIS

هي عضو التناسل الجنسي الأولي عند الرجل وظيفتها الرئيسة هي :-

- صنع النطاف (الحيوانات المنوية) .
- افراز الهرمونات المذكرة بشكل خاص .

والخصية تتألف من :-

- الانانيب المنوية Seminiferous tubules التي تعطي النطاف أو الحيوانات المنوية Sperms .
- خلاياخلاليه Interstitial ، وتدعى خلايا ليديغ Leydig وهي التي تفرز التستسترون .

● تشكيل النطاق (الحيوانات المنوية) Spermatogenesis

يبطن الانانبيب المنوية خلايا طلائية تناسلية تدعى بالخلايا التناسلية الأولية primordial germ cells ، وتنقسم هذه الخلايا انقساما غير مباشر عدة مرات وتسمى كل خلية ناتجة بالخلية الامspermatogonia وتبقى حالة الكروموسومات مزدوجة بالخلية التناسلية الام ، ثم تكبر هذه الخلايا لتكّون الخلايا التناسلية الام الاساسية priamary Spermatocyte التي تنقسم انقساماً اختزالياً فينقص عدد الكروموسومات فيها الى النصف فتصبح حالة الكروموسومات فيها فردية وتسمى كل خلية من الخليتين الناتجين بالخلية المنوية الثانوية Secondary spermatocyte ، وتنقسم كل خلية منوية ثانوية انقساما اختزاليا ثانيا الى خليتين منويتين Spermatids وتتحور كل خلية منوية إلى حيوان منوي Spermat ، وبهذا فان الخليه المنوية الأولية تعطى اربعة حيوانات منوية بكل منها نصف عدد الكروموسومات .

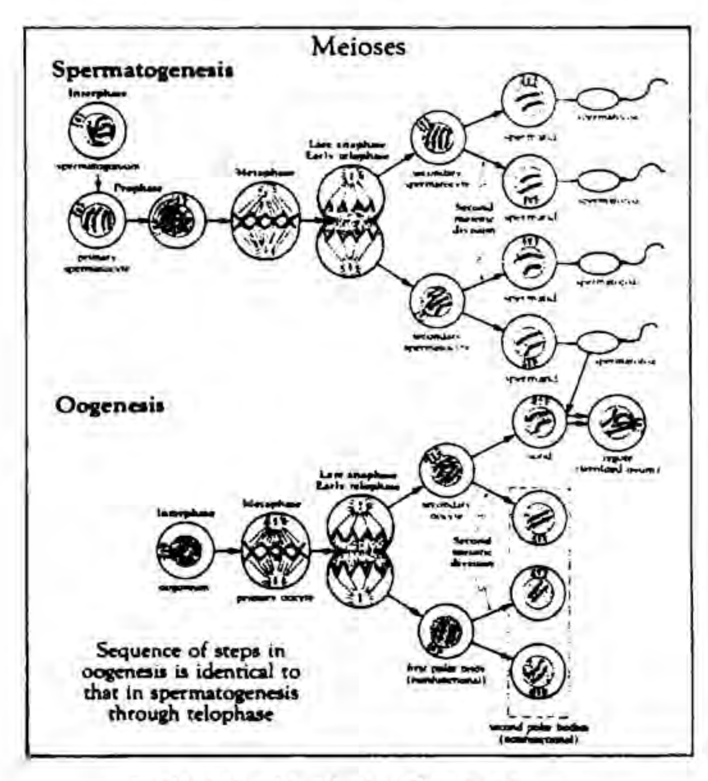
المبيض Ovary

وهي غدة ثنائية ، وهي عضو التناسل الجنسي الأول عند الانثى ووظيفتها الرئيسية هي :

- تكوين وطرح البويضيات .
- افراز الهرمونات الانثوية .

- **تكوين البويضات Oogenesis**

تتكون البويضة داخل حويصلة تدعى بحويصلة جراف Graafian follicle وتتركب الحويصلة من الخلايا التناسلية لتنقسم عدة انقسامات غير مباشرة لتكون العديد من الخلايا ، وكل خلية تدعى خلية تناسلية ام Oogonium . تنشط احدى الخلايا التناسلية الام وتكبر على حساب الخلايا لتكون البويضة الابتدائية Primary Oocyte بينما تظل البقية كخلايا في جدار الحويصلة . ثم تنقسم البويضة الأولية انقساما اختزاليا أوليا وثانيا ، لتكون البويضة الناضجة Ovum .



صورة تبين تشكيل النطاق الحيوانات المنوية

تاثير الاشعة على المبايض

١) تشعيع المبايض في الحياة الأولى قبل البلوغ يؤدي الى نقص وضمور في الخلايا التناسلية ثم موتها :

٢) تشعيع المبيض بعد البلوغ يؤدي الى كبت suppression أو تأخير الطمث .

* اكثر خلية حساسة للاشعة هي البويضة (أو تكوين الجامتيات) .
* تعرض المبيض لجرعة اشعة قليلة مثل١٠ راد (١٠٠ ملي جراي) في الانثى البالغة يؤدي الى تأخير أو كبت الطمث .
* تعرض المبيض لجرعة اشعة مثل ٢٠٠ راد يؤدي الى عقم مؤقت .
* عند تعرض المبيض الى ٥٠٠ راد يؤدي الى العقم .
* تعرض المبيض الى جرعة اشعاعية من ٢٥-٥٠ راد يؤدي الى تكوين الطفرات الوراثية .

تأثير الاشعة على الخصية :

تعرض الخصية الى جرعات عالية من الاشعاع يؤدي الى الضمور ثم الى الموت كما في المبيض .

* الخلية التناسلية الأولية Spermatogonial Stem cells هي الخلية الحساسة للاشعة وهي البادئة في تكوين الحيوان المنوي ، اما الخلايا الاقل نضوجاً مثل الخلية المنوية Spermatid ، Spermatocyte فهي اكثر مقأومة للاشعة وتستمر عملية النضوج لتكوين حيوانات منوية ، وبالتالي لا ينقص في عدد الحيوانات المنوية لعدة اسابيع .
* تعرض الخصية الى جرعة اشعاعية قدرها ١٠ راد يؤدي الى نقص في عدد

الحيوانات المنوية ، وبزيادة الجرعة يؤدي الى نقص اكثر في عدد الحيوانات المنوية لوقت طويل .

* تعرض الخصية الى جرعة اشعاعية مقدارها ٢٠٠ راد يؤدي الى عقم مؤقت ويبدأ بعد شهر من التعرض الاشعاعي ويستمر الى حوالي ١٢شهرا .

* تعرض الخصية الى جرعة اشعاعية مقدارها ٥٠٠ راد يؤدي الى عقم دائم ، لكن لايفقد قدرته في عملية الجماع .

* بما ان عملية تكوين الجاميتات المذكرة متجددة تقريبا كل ٢-٤ اشهر من الخلية الأولية الى الحيوان ، وان التعرض للاشعة مثلا الى١٠ راد يؤدي الى احتمالية تكوين طفرات وراثية ، وبعد هذه الفتره تزول وتختفي .

التأثيرات المتأخرة للاشعة :

يمكن تقسيم التأثيرات المتأخرة للاشعة الى .

١- التأثيرات على الجلد : حدوث السرطان ، ويمكن حدوث التوسف desquamation وتغير لون الجلد وتركيبه ، ويبدو صلبا في منطقة اليد والساعد وقد يبدو قاسيا ، وسريع التشقق والتقشر .

٢- زيادة عتمة العين Cataract .

٣- تقليل عمر الانسان (الوفاة قبل الأوان) .

٤- الاصابة بالسرطان مثل سرطان الدم Leakemia ، سرطان العظام ، سرطان الرئة ، سرطان الغدة الدرقية .

٥- التأثير على الكروموسومات والجينات وحدوث الطفرات .

تعاريف المصطلحات GLOSSARY

الجول Joul

هو مقدار الشغل الذي تنجزه قوة مقدارها نيوتن واحد عندما تتحرك نقطة تأثيرها متر واحد في اتجاهها ، أو الطاقة الكهربائية المتولدة في سلك مقاومته أوم واحد اذا مر فيه تيار شدته أمبير في زمن قدرته ثانية واحدة .

الزخم Momentum

كمية التحرك التي يكتسبها جسم يسير بسرعة معينة وتقدر بحاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته ويكون اتجاهها في اتجاه السرعة .

التصادم المرن Elastic collision

ينشأ عتدما يحدث تصادم بين الاجسام مع بقاء كمية التحرك وطاقة الحركة لها ثابته قبل وبعد التصادم .

التصادم غير المرن Ineleastic collision

يحدث بين الاجسام عتدما يحدث نقص في الطاقة الحركية للاجسام نتيجة للتصادم ولكن تبقى كمية التحرك لها ثابتة .

الكولومب Coloumb

هي تلك الشحنة التي اذا وضعت في الفراغ أو (الهواء) على بعد متر واحد من شحنة مماثلة لها اثرت عليها بقوة مقدارها ٩×١٠^٩ نيوتن (الوحدة العملية للشحنة) .

الفوتون Photon

هو أصغر وحدة للاشعاع . أي ان الاشعاع يتكون من وحدات صغيرة تسمى الفوتونات .

الخلية الكهروضوئية Photoelectric cell

هو جهاز يتم فيه تحويل الطاقة الى طاقة كهربائية ، وهو عبارة عن وعاء زجاجي به لوحات احدهما الباعث ، وهو حساس للضوء والآخر الجامع وهو الذي يستقبل الالكترونات المنطلقة من اللوح الحساس .

وحدة شدة المجال المغناطيسي Tesla

هي شدة ذلك المجال المنتظم الذي يؤثر بقوة مقدارها نيوتين واحد على شحنة مقدارها كولوم واحد تتحرك بسرعة متر واحد / م / عموديا على المجال .

المعجل الخطي Linear accelerator

هو المعجل الذي تتحرك فيه الجسيمات المراد تعجيلها في مسار مستقيم .

السيكلوترون Cyclotron

هو المعجل الذي تتحرك فيه الجسيمات المراد تعجيلها في مدارات لولبية .

دقائق بيتا B-particles

دقائق تنطلق من بعض العناصر المشعة وهي الكترونات تسير بسرعة كبيرة نسبيا وتتأثر بالمجالين الكهربائي والمغناطيسي .

ذرة Atom

ذلك البناء الدقيق من المادة الذي لا ينقسم الى أجزاء اصغر منها بدون ان تفقد خواصها الطبيعية والكيميائية .

العدد الذري Atomic Number

هو عدد البروتونات أو عدد الالكترونات الموجوده بالذرة .

النظائر Isotopes

هي ذرات لها نفس العدد الذري ولكن أوزانها الذرية تختلف بعضها عن بعض وهذه الذرات لها نفس الصفات الكيميائية .

معجلات الجسميات

هي أجهزة تستخدم لاكساب الجسيمات الذرية سرعة عالية بحيث تستخدم تلك الجسميات في قذف نوى العناصر .

المواد الديا مغناطيسية

هي تلك المواد التي يتناسب تمغنطها مع شدة المجال ، ولكن باتجاه مضاد لاتجاه المجال المؤثر وبذلك فان القابلية المغناطيسية لها سالبة ، ولكنها صغيرة مثل الماء ، الالمونيوم ، والمغنيز .

اشعة جاما -rays

هي اشعة تنطلق من بعض العناصر المشعة وهي امواج كهربأومغناطيسية مثل (اشعة الضوء) طول موجتها اقل من طول موجة الاشعة السينية .

الالكترون Electron

هو أحد مكونات الذرة ، يوجد في المدارات يحمل شحنة سالبة و كتلته تسأوي $\frac{١}{١٨٤٠}$ من كتلة البروتون أو النيوترون

التدفق المغناطيسي Magnetic flux

هو عدد الخطوط المغناطيسية التي تخترق هذا السطح عموديا عليه ، ويسأوي حاصل ضرب شدة المجال العمودي على السطح في مساحة السطح .

الانشطار النووي

هو انقسام نواة الذرة الى نواتين أو أكثر .

المواد الفرومغناطيسية

هي تلك المواد التي يتناسب تمغنطها مع شدة المجال المغناطيسي المؤثر وفي نفس المجال المؤثر والقابلية المغناطيسية لها موجبة وقيمتها عالية جدا ما بين ($١٠^{٢}$ الى $١٠^{٦}$) مثل الحديد ، النيكل ، الكوبلت ، وبعض السبائك .

المواد البارمغناطيسية

هي تلك المواد التي يتناسب تمغنطها طرديا مع شدة المجال المؤثر في نفس الاتجاه ، والقابلية المغناطيسية لها موجبة ولكنها صغيرة جدا مثل البلاتين ، النحاس ، والهيدروجين .

الكيوري curie ة

تقاس فعالية العنصر المشع بعدد التحولات النووية في وحدة زمن ، ان وحدة الفعالية تدعى Ci وتعادل $٣,٧ \times ١٠^{١٠}$ انحلالا بالثانية (ثانية$^{-١}$= هيرتز Hz) .

نصف العمر Half Life

يعّرف نصف عمر فعالية العنصر المشع بانه الوقت اللازم لزوال فعالية العنصر المشع الى نصف قيمته الاصلية . وبما ان زوال فعالية العنصر المشع هو من المرتبة الأولى في التفاعل $T\ 1/_{2}$ لا تعتمد على فعالية العنصر المشع .

الوراثة Genetics

هي ذلك الفرع من علم البيولوجيا الذي يعالج موضوع توارث الصفات من

الاباء الى الابناء . فهو يهتم بدراسة كل من التشابه والاختلاف . اذ لو كان الشبه بين الاباء والابناء تاما في ادق التفاصيل لما كان هناك علم وراثة وجميع الطرق المتبعة في علم الوراثة ، تعتمد على الفروق بين السلف والخلف .

الجين Gene

جزئي كيميائي يتركب من نيوكليوتيدات تكّون البيورينات .

purines البريميدنيات pyrimidines اساسا لها .

وتحمل الجينات العوامل الوراثية المختلفة ، ولكل جين على كروسوم واحد صفة متقابلة على الجين المقابل Allele في الكرموسوم الآخر .

كأن نقول مثلا ان عامل الطول في الجين يقابله عامل القصر في جين متقابل على الكروموسوم الاخر . وقد تكون الجينات متماثلة Homozygous أو متخالفة Heterozygous .

الطفرة Mutation

عبارة عن تغير ثابت في التركيب الكيمائي للجين ، وبذلك تغير الصفة الناتجة عن هذا الجين أي ان الشيفرة التي يحملها الرسول RNA تكون قد تغيرت ، وهذا التغير ينتقل من جيل لآخر ولذا يصبح وراثيا .

وقد تحدث الطفرات بطريقة الصدفة اذ قد يتغير تسلسل وتتابع القواعد النيتروجنية كأن يسبق الادنين مثلا قاعدة الجوانين الا ان ظهور الطفرات العفوية أمر نادر نسيبا ويتطلب أجيالا عديدة .

الصفات السائدة Oominent أو متنحية Recessive تظهر في الجيل الأول .

الاحماض النووية Nucleic Acids

طائفة من الجزئيات تتكون من المجموعات من النيوكليوتيدات ، وتنقسم الى

قسمين الحامض النووي الرايبوزي منقوص الأوكسجين DNA والحامض الرايبوزي RNA.

انقسام اختزالي

عملية تتم في مراحل تختلف باختلاف الكائن الحي وتؤدي الى اختزال عدد الكروموسومات الى النصف ، وهي تعادل تأثير تضاعف عدد الكروموسومات اثناء عملية الاخصاب .

انقسام غير مباشر

طراز من الانقسام يتميز بتحركات معقدة للكروموسومات والخلايا الناتجة يكون فيها عدد الكروموسومات مسأويا لعددها في الخلية الاصلية للكائن الحي .

الستيوبلازم

المادة الحية التي تشغل الحيز بين النواة والغشاء البلازمي في كل الخلايا .

النواة

جسم متخصص يوجد في الخلية وهو محاط بغشاء نووي ويحتوي على الكروموسومات .

نيوكليوتيدات

مركبات تتكون من قواعد نيتروجينة وسكر خماسي وحامض الفوسفوريك وتشكل اللبنات البنائية للاحماض النووية .

كروموسوم

جسم خيطي ويحمل الجينات ويوجد داخل النواة ويظهر بوضوح اثناء

انقسامات الخلية . وعدد الكروموسومات الذي يوجد في النواة ثابت في افراد النوع الواحد .

الطفرة

تغير ثابت في جين ينتقل بالوراثة الى الاجيال التالية ويؤدي الى تغير في الصفة التي يسيطر عليها ذلك الجين .

الجين

قسم من الكروموسوم يعرف على اساس وظيفي والجينات هي المواضع التي تحتلها وحدات المعلومات الوراثية .

بيرميدين

قاعدة نيتروجينية كالسيتوسين أو اليوراسيل أو الثايمين وهي تشكل مع السكر الخماسي وحامض الفوسفوريك بعض نيولكيوتيدات الاحماض النووية .

بيورين

قاعدة نيتروجية كالأدنين أو الجوانين وهي تشكل مع السكر الخماسي وحامض الفوسفوريك بعض نيوليوتيدات الاحماض النووية .

المراجع

* المرجع في الفيـزياء : الظواهر الموجيـة ، الفيـزياء الذرية والنووية ب . يافورسكيز .١ . دتيلاف .

ترجمة د .فريد يوسف متى .

دار مير للطباعة والنشر - الاتحاد السوفيتي -موسكو .

* اساسيات الفيزياء الطبية واجهزتها .

أ . د محمد احمد محمود جمعة .

دار الراتب الجامعية ١٩٨٧ .

* مبادئ الفيزياء النووية .

سعدي جعفر حسن .

سعيد سلمان كمون .

دار الشؤون الثقافية العامة العراق ط١ ١٩٨٩ .

* تبسيط العلوم .

السلامة الاشعاعية وحوداث المحطات النووية .

د . محمد احمد محمود جمعة .

الهيئة المصرية العامة لكتاب ١٩٨٧ .

* الوقاية من الاشعاعات المؤينة .

د . بهاء الدين حسين معروف .

منشورات منظمة الطاقة الذرية العراقية ١٩٨٩ .

* **الوقاية من الاشعاع والتلوث .**

قصي رشيد سعيد .

* **الاشعاع الذري : دليل وطرق الوقاية .**

أ . د محمد اجمد محمود جمعة .

وصلاح الدين مصطفى كمال ط٢ / ١٩٨٩ شركة منشورات دار الراتب الجامعية /لبنان .

* **الطاقة النووية وحادثة تشرنوبل .**

د . ابراهيم بدران .

د . هاني عبيد .

منشورات قسم الثقافة العملية /الجمعية العلمية الملكية ط١ ١٤٠٨/١٩٨٨ .

* **الاشعاع النووي .**

قصة نشيرنوبيل ومستقبل البشرية .

سعود رعد ط١ ايلول ١٩٨٦ .

جروس برس /طرابلس لبنان .

* **الطاقة النووية .**

مقدمة في مفاهيم وانظمة وتطبيقات العمليات النووية .

تأليف/ .ل . موري .

ترجمة منيب عادل خليل .

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي/جامعة الموصل، ١٩٨٨ .

*** الطاقة الذرية واستخداماتها .**

د . خضر عبد العباس حمزة .

د .غسان هاشم الخطيب .

منشورات منظمة الطاقة الذرية العراقية .

*** مبادئ في الكيمياء الاشعاعية .**

تأليف أودونين وسانكستر .

ترجمة د .خالد يونس اليامور .

وزارة االتعليم العالي والبحث العلمي /جامعة الموصل، ١٩٨٥ .

*** مصادر الاشعاع في الطب .**

محمد عاكف جمال .

منشورات لجنة الطاقة الذرية العراقية ١٩٧٦ .

*** تعلميات الوقاية من الاشعاع .**

د .صبحي عبد المجيد الهاشمي .

منشورات لجنة ٤٥ الطاقة الذرية العراقية ١٩٢٧ .

* Radiation Detection and Measurement
G.F knoll ,Jhon Wiley sons
New York 1979

* Late Biological Effects of Ionizing Radiation ,Proceeding of asymposium Vienna 13-17 march, 1978 v0l.I and Vol.II International Atomic Energy Agency Vienna 19978

* Radiation physics and chemistry.
Morganstremj,K.H.
VOL 18 No1-2 ,PP1-9,1981.

* Radiation protection for dental radiographers.
Cris Edwards M.A Stat kiewiccz-sherer.
E.russel Ritenour.
Multi-Media publishhing Inc.
DENVER, Colorado, 1984.

الفهرس

الباب الأول

(الأشعة الكهرومغناطيسية)

الباب الثاني

(الأشعة المؤينه وخصائصها)

الباب الخامس
(الوحدات الإشعاعية)

الباب السادس

(التعرض الإشعاعي)

الباب السابع

(طرق قياس وكشف الإشعاع)

الباب الثامن

(الوقاية من الإشعاع)

Radiation Protection

الباب التاسع

(استخدامات وتطبيقات الإشعاع المؤين)

الباب العاشر

(مخاطر الأشعة)